



**TUGAS AKHIR TF141581**

**PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL  
BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK  
PENGGOLOONGAN BUAH APEL**

**SYAKIR ALMAS AMRULLAH**  
**NRP. 2412 100 077**

**Dosen Pembimbing**  
**Dr.rer.nat. Ir. Aulia M. T. Nasution, M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK FISIKA**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**





**FINAL PROJECT TF141581**

# **DESIGN OF COMPUTER VISION BASED VISUAL INSPECTION SYSTEM FOR APPLE CLASSIFICATION**

**SYAKIR ALMAS AMRULLAH**  
**NRP. 2412 100 077**

**Supervisor**  
**Dr.rer.nat. Ir. Aulia M. T. Nasution, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS**  
**Faculty of Industrial Technology**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL BERBASIS  
COMPUTER VISION UNTUK PENGGOLONGAN BUAH  
APEL**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**SYAKIR ALMAS AMRULLAH**

**NRP : 2412 100 077**

**Surabaya, Januari 2017  
Mengetahui/Menyetujui**

**Pembimbing,**



**Dr. rer. nat. Ir. Aulia M. T. Nasution, M.Sc.**

**NIP. 19671117 199702 1 001**

**Ketua Jurusan  
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.**

**NIP. 19780902 200312 1 002**



**PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL BERBASIS  
COMPUTER VISION UNTUK PENGGOLONGAN BUAH  
APEL**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Rekayasa Fotonika  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**SYAKIR ALMAS AMRULLAH**

NRP. 2412 100 077

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. rer. nat. Ir. Aulia M. T. N., M.Sc. .... (Pembimbing)
2. Ir. Apriani Kusumawardhani, M.Sc. .... (Ketua Penguji)
3. Agus M. Hatta, S.T., M.Si., Ph.D. .... (Penguji I)
4. Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc. .... (Penguji II)

**SURABAYA  
JANUARI 2017**





# PERANCANGAN SISTEM INSPEKSI VISUAL BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK PENGGOLOONGAN BUAH APEL

**Nama Mahasiswa** : Syakir Almas Amrullah  
**NRP** : 2412 100 077  
**Jurusan** : Teknik Fisika  
**Dosen Pembimbing** : Dr.rer.nat. Aulia M.T. Nasution, M.Sc.

## Abstrak

*Buah apel memiliki beberapa macam varian yang masing-masing memiliki karakter khas yang berbeda. Perbedaan karakter antar varian menjadi penting untuk diketahui karena berkaitan dengan banyak hal dari sifat tanam dan kandungan kimia, hingga nilai jual dan pemanfaatannya. Proses inspeksi yang dilakukan secara manual dalam pengenalan jenis varian memiliki beberapa kekurangan seperti subjektifitas, inkonsistensi, tingkat kejenuhan, ketergantungan pada pengalaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan teknik computer vision pada sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan penciri-penciri visual khas varietas buah apel. Citra buah apel yang didapat menggunakan webcam disegmentasi dengan metode Canny. Kanal warna hue dan vektor kontur diekstrak dari citra untuk kemudian disimpan sebagai data acuan dan dibandingkan dengan nilai pada data uji. Proses pembandingan kedua penciri tersebut dilakukan dengan membandingkan selisih histogram kanal hue dari citra uji dengan citra acuan. Sedangkan kemiripan bentuk antara citra uji dengan acuan dilakukan dengan membandingkan kontur dari citra uji dan citra acuan. Proses pengambilan keputusan dari proses pengenalan ini dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor.*

**Kata Kunci** : computer vision, ruang warna HSV, momen Hu, KNN

**Halaman ini memang dikosongkan**

# DESIGN OF COMPUTER VISION BASED VISUAL INSPECTION SYSTEM FOR APPLE CLASSIFICATION

**Student Name** : Syakir Almas Amrullah  
**NRP** : 2412 100 077  
**Department** : Engineering Physics  
**Supervisor** : Dr.rer.nat. Aulia M.T. Nasution, M.Sc.

## **Abstract**

*Apple fruit has many varieties and each variety can be identified by its unique features. Recognizing apple variety becoming important because those are different in cultural behaviour, chemical characteristics, price, and utility. Manual labour based inspection proces tend to have several drawbacks in recognizing diffetent varieties, such as its subjectivity, inconsistency, saturation level, and experience-dependent. This work goal is to design and implement computer vision technique in apple variety recognition system using its color and shape feature. Apple image which captured using webcam is segmented using Canny method. Hue color channel and contour vector are extracted from captured image and stored as database to be compared with new data then. Comparison of color features determined by comparing hue channel histogram of new data and those from database. In other hand, to determine matching level of tested data shape to database, both Hu moment value is compared. Decision making process in this work is based on K-Nearest Neighbor algorithm.*

**Keywords** : computer vision, HSV color space, Hu moments, KNN

**Halaman ini memang dikosongkan**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah, washshalātu ‘alā Rasūlillāh.* Berangkat dari pemikiran bahwa dengan terus dibutuhkannya produk-produk pertanian dan turunannya yang diiringi meningkatnya persaingan pasar lewat berbagai kebijakan sistem perdagangan yang semakin terbuka, sangat penting bagi para produsen produk pertanian dan turunannya di Indonesia untuk mampu mendefinisikan dan menjaga kualitas produknya yang dengan itu diharapkan dapat mengoptimalkan hasil jual lewat diversifikasi dan menjaga kepercayaan dari konsumen lewat pengendalian kualitas yang lebih baik. Penelitian ini hanya satu usaha kecil dari harapan besar tersebut yang difokuskan pada sistem cerdas buatan untuk mendefinisi, mengenali, dan mengelompokkan produk pertanian yang dalam hal ini dibatasi pada buah apel yang dikelompokkan berdasarkan varietasnya.

Penulis sampaikan terimakasih kepada Dr.rer.nat. Aulia M. T. Nasution selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu penelitian ini mulai dari penyusunan ide hingga penyelesaian laporan. Tak lupa ucapan terimakasih sedalam-dalamnya kepada kedua orangtua penulis atas dorongan moril dan sokongan immateriil/materiil sehingga penulis bisa fokus dan sangat terbantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih kepada seluruh dosen Laboratorium Rekayasa Fotonika Teknik Fisika ITS dan dewan Penguji yang telah memberikan saran-saran yang sangat membantu dalam perbaikan penelitian ini. Serta rekan-rekan TA-wan, Asisten Laboratorium Rekayasa Fotonika baik yang masih aktif ataupun alumni yang sudah menjadi kawan diskusi dan fasilitator dalam penelitian hingga penyusunan laporan penulis sampaikan terimakasih.

Dengan segala keterbatasan dan kekurangan yang masih dijumpai dari penelitian ini, penulis terbuka akan saran dan perbaikan dari segala pihak. Selain itu, diharapkan ada

kelanjutan tujuan dari penelitian yang disampaikan pada bagian awal pengantar ini, baik dengan teknik yang sama ataupun dengan cara yang berbeda. Sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi, langsung maupun tidak langsung, terhadap perbaikan di waktu yang akan datang. *WalhamduliLlāhi Rabbil ‘alamīn.*

Surabaya, Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	v
Abstrak.....	ix
Abstract.....	xi
Kata Pengantar.....	xii
Daftar Isi.....	xv
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Tabel.....	xix
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
Bab II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Sistem Inspeksi Visual.....	5
2.2 <i>Computer Vision</i> .....	6
2.3 Pengolahan Citra Digital.....	10
2.4 Pengenalan Pola Visual Citra Digital.....	12
2.5 Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbor.....	15
Bab III Metodologi Penelitian.....	17
3.1 Studi Literatur.....	18
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	18
3.3 Perakitan Bilik dan Sistem Akuisisi.....	18
3.5 Perancangan Program.....	20
Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	29
4.1 Akuisisi Citra.....	29
4.2 Deteksi Tepi.....	30
4.3 Ekstraksi Penciri Visual.....	30
4.4 Pelatihan Sistem dan Pembangunan Basis Pengetahuan.....	33
4.5 Pengujian Sistem.....	33
Bab V Kesimpulan dan Saran.....	43

5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
Daftar Pustaka.....	45
Lampiran	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3.2. Rangkaian sistem akuisisi citra (tampak samping dan tampak bawah).....	19
Gambar 3.3. Pengujian fungsi transfer modulasi.....	20
Gambar 3.4. Diagram alir program penelitian.....	21
Gambar 4.1. Citra asli.....	29
Gambar 4.2. Citra segmentasi.....	29
Gambar 4.3. Citra ruang warna HSV.....	31
Gambar 4.4. Citra kanal warna hue.....	31
Gambar 4.5. Histogram citra kanal hue.....	31
Gambar 4.6. Contoh perbandingan histogram citra kanal hue tiga varietas.....	32
Gambar 4.7. Perbandingan histogram.....	34
Gambar 4.8. Perhitungan kesesuaian bentuk.....	36
Gambar 4.9. Tingkat pengenalan tiap varietas.....	40
Gambar 4.10. Variasi rotasi data training.....	42

**Halaman ini memang dikosongkan**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1. Contoh hasil pengujian sampel anna_11.....	35
Tabel 4.2. Hasil pengenalan dengan penciri warna.....	37
Tabel 4.3. Hasil pengenalan dengan penciri bentuk.....	37
Tabel 4.4. Hasil pengenalan dengan kombinasi penciri warna dan bentuk.....	38
Tabel 4.5. Perbandingan hasil pengenalan dengan variasi rotasi data training.....	43

**Halaman ini memang dikosongkan**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berdasarkan laporan yang dirilis oleh Direktorat Jenderal Holtikultura Kementerian Pertanian tahun 2015, produk pertanian apel berada di urutan 12 berdasarkan urutan kontribusi produksi nasional tahun 2014. Dokumen yang sama menyebutkan bahwa Provinsi Jawa Timur menempati posisi pertama produsen buah apel dengan total produksi pada tahun 2014 sebesar 242,762 ton dari 242,915 ton produksi nasional. Sedangkan dalam dokumen rencana strategis pemerintah yang juga dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Holtikultura menyebutkan bahwa sasaran produksi buah apel pada tahun 2015 hingga 2019 akan terus naik hingga angka target 326,541 ton untuk produksi tahun 2019 (Dirjen Holtikultura, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa kecenderungan produksi dan konsumsi apel masyarakat Indonesia cukup besar dan menjadi salah satu pilihan utama pemenuhan kebutuhan konsumsi buah masyarakat.

Buah apel meskipun bukan produk buah asli kawasan Indonesia, namun sudah menjadi salah satu produk holtikultura yang paling banyak dikonsumsi masyarakat, baik untuk konsumsi harian, sajian pesta, tanda mata, ataupun upacara keagamaan. Selain dikonsumsi secara langsung, juga diolah dalam bentuk-bentuk turunan seperti manisan, kripik, dodol, dan minuman. (Sutopo, 2015) Buah apel memiliki banyak varietas yang masing-masing memiliki kekhasan baik dari sifat fisik maupun sifat kimia yang kemudian berpengaruh pada teknik produksi, harga jual, pengolahan, dan pemanfaatannya (Sa'adah & Estiasih, 2015), (Sutopo, 2015).

Produksi yang besar dan munculnya kebutuhan untuk mengklasifikasikan produk dengan parameter tertentu menjadikan proses pengenalan produk pertanian menjadi

salah satu tahapan yang terpenting sebelum tahap penjualan atau pengolahan lanjutan (Kodagali & Balaji, 2012). Proses pengelompokan dan proses penilaian mutu suatu jenis buah bergantung pada parameter mutu yang digunakan. Secara umum, parameter penentu ini dapat dibagi ke dalam dua jenis besar, yaitu parameter internal seperti rasa, aroma, tingkat kemasaman, kandungan gula, dan kandungan nutrisi. Selain itu ada juga parameter eksternal yang didapat dari penampakan visual buah seperti ukuran, bentuk, warna, tekstur, serta cacat-cacat fisik (Ohali, 2010), (Yogita & Sakthivel, 2014). Demikian halnya penentuan varietas buah apel seperti yang dilansir dalam laman [www.applename.com](http://www.applename.com) (sebuah laman hasil kerjasama 5 organisasi bidang pertanian dari Amerika Serikat, Kanada, dan Inggris), varietas apel dapat diidentifikasi berdasarkan penampakan visual dari kulit buah, bentuk buah, tangkai, daging buah, biji, rasa, serta sifat tanamnya.

Proses pengenalan (*recognition*) atau pendugaan yang dilakukan secara manual dengan tenaga manusia memiliki kecenderungan sifat subjektif, selain kecenderungan bahwa persepsi manusia dapat terkecoh ketika digunakan untuk mengukur tekstur, warna, bau, dan parameter lainnya. Selain itu, karakter dari inspeksi manual yang sangat bergantung pada pengalaman, pelatihan, durasi kerja, serta kondisi lingkungan dan psikologis, dapat berdampak pada timbulnya inkonsistensi dan ketidakseragaman hasil atau waktu proses (Brosnan & Sun, 2004) (Li, dkk. 2009) (Kandi, 2010) (Ohali, 2010) (Eissa & Khalik, 2012).

Sistem inspeksi berbasis *computer vision* yang secara garis besar terdiri dari dua komponen utama berupa kamera atau sistem sensor dan sistem komputasi pengolah data telah lama diteliti untuk kegunaan analisis produk makanan dan pertanian seperti produk roti, daging, ikan, sayuran, gandum, termasuk diantaranya untuk inspeksi tempat penyimpanan makanan, serta penggunaan pada bidang-bidang lain seperti

diagnosa medis, automasi, penginderaan jauh, dan forensik (Brosnan & Sun, 2004). Teknologi *computer vision* secara umum mendasarkan tujuannya pada dua hal, yaitu penilaian kualitas dan pencarian cacat (Khojastehnazhand, dkk 2010). Teknologi *computer vision* juga telah diterapkan dalam aplikasi lain seperti klasifikasi bentuk, pendeteksian cacat produk, dan klasifikasi varietas produk. (Brosnan & Sun, 2004) Teknik ini mulai banyak digunakan untuk keperluan inspeksi dan evaluasi karena memiliki sifat yang cepat, ekonomis, konsisten, dan objektif (Kodagali & Balaji, 2012) (Eissa & Khalik, 2012). Demikian sehingga teknik *computer vision* memiliki potensi untuk dapat dijadikan sebagai alternatif dalam menghindari kesalahan yang timbul dalam proses inspeksi secara manual dalam penentuan varietas buah apel.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka penelitian ini mengangkat permasalahan berkaitan dengan,

- Bagaimana merancang sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan citra dua dimensinya.
- Bagaimana menerapkan sistem *computer vision* untuk mengekstrak dan menganalisis penciri warna dan bentuk dari citra buah apel.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- Merancang sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan citra dua dimensinya.
- Menerapkan teknik *computer vision* pada sistem pengenalan varietas apel dengan ekstraksi dan analisis penciri warna dan bentuk buah.
- Menguji sistem pengenalan varietas buah apel berdasarkan penciri warna, penciri bentuk, dan kombinasi penciri warna dan bentuk

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar ruang bahasan dalam penelitian ini menjadi jelas dengan tidak mengurangi tujuan penelitian, maka ditetapkan batasan-batasan pendekatan sebagai berikut:

- Pengukuran dilakukan dalam skala laboratorium
- Jenis varian apel yang digunakan adalah anna, fuji, dan red delicious
- Penciri visual yang diekstrak adalah warna kulit buah dan bentuk buah
- Posisi objek saat diukur adalah diam
- Posisi serta jarak objek terukur dengan kamera pengindra dibuat tetap



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menguraikan pendekatan-pendekatan teoritik untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada bagian Pendahuluan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai.

#### **2.1 Sistem Inspeksi Visual**

Citra suatu objek umumnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi informasi fisis dari objek tersebut, seperti warna, ukuran, dan banyaknya jumlah objek dalam citra. Citra berdimensi tiga dan berwarna mengandung informasi-informasi topografi, panjang gelombang, dan tekstur yang relatif lebih banyak dibanding informasi yang bisa diperoleh dari citra biner. Sistem inspeksi visual dalam hal ini memanfaatkan citra untuk mengidentifikasi informasi tertentu dari objek yang dicitrakan. Pentingnya proses inspeksi tidak terlepas dari perkembangan dunia industri yang membutuhkan adanya pengawasan produksi yang berlangsung secara cepat dan/atau masif. Proses inspeksi secara manual dengan menggunakan tenaga manusia memiliki kecenderungan tingkat kesalahan yang lebih besar jika bekerja dalam periode yang lama. Beberapa hal yang menjadi kelemahan dari sistem inspeksi manual berkaitan dengan adanya pengaruh dari kelelahan dan tingkat pengalaman, yang berpengaruh pada inkonsistensi, dan tingkat homogenitas yang rendah.

Sistem inspeksi visual memanfaatkan dua hal, yaitu kamera atau sensor untuk pengambilan data visual, dan sistem komputasi untuk mengolah, menganalisis dan menafsirkan data. Pengkondisian lingkungan kerja dan perawatan sensor atau kamera pengindera menjadi hal yang penting dalam teknik ini. Jika ditinjau dari segi otomasi, maka penggunaan kamera dapat mengurangi kesulitan yang timbul jika inspeksi dilakukan secara manual. Keunggulan utama dari sistem ini

adalah kemudahannya dalam beradaptasi pada produk yang berbeda, atau terhadap perubahan aturan. Selain dapat diprogram secara masal dan ditirukan pada mesin lain, dan dapat bekerja dengan durasi yang lebih lama dari sistem inspeksi manual, juga dapat menjaga konsistensi, dan memiliki kecepatan rerata yang lebih besar dibanding sistem inspeksi secara manual. Sedangkan tantangan dalam sistem ini adalah berkaitan dengan pengkondisian pencahayaan lingkungan kerja yang harus dikendalikan, pemilihan perangkat lunak, intoleransi terhadap variasi komponen amatan, dan keterbatasan kecerdasan yang disesuaikan dengan aturan yang telah dilatih dan ditetapkan dalam sistem (Smith & Adendorff, 1991).

## 2.2 Computer Vision

Sistem penginderaan manusia (dalam hal ini mata) menerima informasi struktur tiga dimensi dari lingkungan yang diamati dan mengolahnya dalam otak untuk kemudian mengambil kesimpulan-kesimpulan tertentu berdasarkan persepsi dan pengalamannya, semisal menentukan jumlah, bentuk, atau warna objek amatan. Pun juga mencari perbedaan ataupun mencari kesamaan suatu objek dengan objek lain. Teknologi *computer vision* dikembangkan dengan memanfaatkan fungsi-fungsi matematis untuk menampilkan kembali informasi tiga dimensi suatu objek fisik dalam citra digital. Pemanfaatan *computer vision* telah meluas pada bidang-bidang teknologi seperti rekaan topografi dari kumpulan citra digital, pengamatan objek berjalan, serta deteksi dan pengenalan objek (Szeliski, 2010).

Secara garis besar, sistem berbasis *computer vision* terdiri dari tiga proses utama, yaitu proses akuisisi citra, pemrosesan citra digital, dan analisis atau pengambilan keputusan. Sensor (biasanya berupa kamera) dengan pencahayaan yang cukup mengakuisisi citra objek yang akan diamati dan mentransformasikannya ke dalam format digital.

Citra digital yang telah diperoleh selanjutnya mengalami pemrosesan dan dianalisis dengan perangkat lunak untuk mendapatkan penciri-penciri atau parameter kualitas tertentu yang dibutuhkan. Dari hasil analisis tersebut kemudian diambil keputusan yang didasarkan pada kebutuhan dan latihan dengan interfensi manual (Yogitha & Sakthivel, 2014).

Penelitian dan pengembangan teknologi *computer vision* telah berkembang dan terus dikembangkan sejak beberapa dekade yang lalu. Diantara penelitian tersebut mengambil spesialisasi dalam dunia pertanian seperti yang ada dalam penelitian ini.

Yogitha dan Sakthivel (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan sistem inspeksi kualitas buah mangga tingkat lanjut menggunakan distributed network architecture yang terdiri dari unit kamera sebagai sensor dan sistem komputer sebagai pengolah citra serta instrumen pembentuk deskripsi yang terhubung dalam lingkungan Gige LAN. Faktor kualitas eksternal buah mangga yang diamati dalam penelitian ini meliputi ukuran, bentuk, dan warna. Penciri ukuran diambil dari banyaknya piksel citra buah yang telah disegmentasikan. Proses grading dilakukan dengan kombinasi dari faktor-faktor tersebut dengan sistem yang berjalan dalam platform VS C++.

Pada penelitian lain oleh Changyong Li (2009), sistem grading tomat didasarkan pada warna dominan yang dilakukan dengan mengkuantisasi histogram dari kanal warna HSV. Tahapan awal dilakukan proses segmentasi citra buah yang telah diakusisi dan ditransformasi dalam ruang warna Ohta. Setelah objek dan latar belakang citra dipisah kemudian dilakukan proses filtering menggunakan algoritma vector median filtering untuk mengurangi efek derau pada citra. Citra objek dikonversi ke dalam ruang warna HSV yang selanjutnya dilakukan pengamatan dan perbandingan histogram antara citra tomat acuan dan tomat yang diuji.

Tingkat kesamaan tertinggi menjadi parameter penentuan kelas (grade) dari sampel yang diuji.

Penelitian Toyman dan Kuscu (2014) terfokus pada perancangan sistem grading buah apel secara realtime berdasarkan warna dan ukuran buah. Tiga varietas apel yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas golden, starking, dan jonagold. Proses akuisisi citra dilakukan dengan kamera CMOS dengan resolusi 1.3 megapiksel yang terhubung dengan komputer melalui lingkungan Matlab. Citra objek apel diekstrak dari citra keseluruhan dengan menentukan nilai ambang batas (threshold) dan melakukan pencadaran atau masking terhadap gabungan komponen S dalam ruang warna HSV, komponen a dalam ruang warna CIE  $L^*a^*b$ , dan komponen Y dalam ruang warna CIE XYZ. Ukuran buah ditentukan dari jumlah piksel objek yang ada pada sumbu x dan y. Sedangkan penciri warna ditentukan dari besar intensitas dan dispersi warna objek. Pada bagian ini, dilakukan proses thresholding dari komponen warna merah dari komponen a pada ruang CIE  $L^*a^*b$  dan warna kuning pada komponen Y dari ruang CIE XYZ.

Proses sortasi dan grading jeruk dilakukan oleh Naeem Sattar, dkk (2014) dengan memisahkan jeruk yang matang dan tidak cacat dari jeruk yang masih hijau atau memiliki cacat antrachnose atau stem-end injury. Jeruk yang matang dan tidak cacat selanjutnya diklasifikasikan kembali ke dalam tiga kelas berdasarkan ukurannya. Sistem yang dibangun dalam penelitian ini terbagi ke dalam dua proses utama, yaitu segmentasi citra dan proses sortasi. Segmentasi dilakukan dengan melakukan binary masking dengan teknik adaptive threshold Otsu pada kanal warna hue dan saturasi secara terpisah, serta pengurangan noise dengan teknik morphological opening-closing. Proses sortasi diawali dengan menerapkan ambang batas pada nilai mean dari kanal warna merah. Citra dengan nilai mean warna merah di atas ambang batas diartikan sebagai buah yang matang (tidak mentah

dan/atau mengalami antrachnose) yang kemudian dipisahkan dari yang mengalami stem-end injury dengan menentukan nilai rasio dua luas lingkaran terbesar yang terdeteksi. Proses sortir ukuran dilakukan dengan deteksi tepi dan perhitungan luasan yang didapat dari panjang diagonal segiempat imajiner yang mampu menutupi seluruh bagian citra buah yang tersegmentasi.

Dalam penelitian Kandi (2010), teknik *computer vision* diterapkan dalam pendeteksian cacat visual dan proses grading dari buah pisang dan prem. Sumber cahaya standar D65 digunakan dengan pencahayaan difus dan kamera yang terhubung dengan komputer untuk mengambil citra buah amatan. Citra buah dikonversi ke dalam ruang warna HSV untuk kemudian disegmentasikan berdasarkan histogram kanal Saturasi. Proses grading dan deteksi cacat dilakukan dengan melakukan proses kuantifikasi histogram kanal warna Hue, dengan terlebih dahulu menentukan ambang batas dari Hue buah yang dijadikan standar.

Sistem sortasi dan grading ditawarkan oleh Ohali (2010) untuk proses grading buah kurma. Sistem terdiri dari sistem mekanik yang memposisikan buah satu persatu pada konveyor berjalan sedemikian hingga buah menuju bilik pengambilan gambar yang terhubung dengan komputer untuk diolah dan disimpulkan yang selanjutnya dari hasil tersebut dikirim ke sistem pemisah mekanik. Sistem *computer vision* terdiri dari pengambilan citra dengan dua kamera webcam yang diletakkan berhadapan. Pra-pemrosesan dilakukan dengan mengekstraksi tepi objek dengan operator Sobel. Penciri eksternal yang diekstraksi pada sistem ini meliputi kelembakan daging buah, ukuran dan bentuk buah, intensitas warna, dan cacat yang tampak pada kulit buah. Penciri kelembakan ditentukan dari distribusi intensitas warna, sedangkan penciri ukuran ditentukan dari luas area yang tertutup piksel citra objek. Penciri bentuk diambil dari ketidakteraturan bentuk yang ditentukan dari koefisien

Fourier. Dan penciri cacat kulit ditentukan dari variasi intensitas warna. Algoritma BPNN digunakan untuk proses klasifikasi.

Sistem sortir dan klasifikasi buah lemon dalam penelitian Khojastehnazhand (2010) menggunakan penciri warna dan volume sebagai acuannya. Citra lemon yang diakuisisi menggunakan dua buah kamera yang terhubung dengan komputer terlebih dahulu dipisahkan dari permukaan latar belakang yang berwarna putih dengan membandingkan nilai RGB antara citra permukaan berobjek dan permukaan ketika tidak ada objek. Evaluasi penciri warna dilakukan pada ruang warna HSI. Sedangkan volume objek dihitung dengan terlebih dahulu membagi citra ke dalam jumlah blok tertentu dan volume ditentukan dari jumlah blok yang tertutup oleh citra objek.

Naganur, dkk (2010) membuat sistem sortasi enam jenis buah berdasarkan warna citra digitalnya dan grading masing-masing buah berdasarkan ukurannya. Pengambilan kesimpulan dalam proses sortasi maupun grading menggunakan algoritma logika fuzzy mamdani. Proses sortasi jenis buah dilakukan dengan mengekstrak penciri warna dalam ruang warna CMY dan membandingkan kanal warna dari masing-masing warna kuning, merah, dan hijau. Sedangkan proses grading dilakukan dengan mengekstrak penciri geometris dari gambar yang telah dipisahkan dari latar belakang dan dihitung dari besar minor dan major axis.

## 2.3 Pengolahan Citra Digital

Citra digital secara umum dapat dipandang sebagai representasi diskrit dari suatu data yang memiliki informasi spasial dan intensitas, meskipun dalam perkembangannya yang lebih jauh dapat dipandang sebagai suatu sinyal multidimensional. Citra digital 2 dimensi dengan matriks  $m \times n$  merepresentasikan respon sensor pencitraan pada titik-titik tertentu dari koordinat kartesian  $m \times n$  setelah mengalami

proses diskretisasi pada sensor, dengan indeks  $m$  dan  $n$  secara berurutan merujuk pada baris dan kolom dari citra digital. Sedangkan pel atau piksel (singkatan dari *picture element*) merupakan representasi elemen terkecil dari citra digital dan memiliki nilai numerik sebagai informasi dasar dari suatu citra (Solomon & Breckon, 2011).

Suatu citra seperti yang telah disebutkan sebelumnya, mengandung informasi intensitas dimana satu citra dapat memiliki satu atau lebih kanal warna yang menggambarkan intensitas atau warna dari piksel tertentu dari citra. Setiap piksel memiliki nilai numerik tertentu yang merepresentasikan level sinyal pada titik tersebut, yang selanjutnya melalui *colour map* dapat ditampilkan sebagai suatu citra digital. *Colour map* memberikan penilaian tertentu pada tiap nilai numerik matriks citra digital untuk dapat menjadikan data-data tersebut tervisualisasi sebagai suatu citra. Selain ditampilkan dalam satu nilai numerik, setiap piksel juga dapat direpresentasikan dalam bentuk vektor tiga lapis yang dapat merepresentasikan lebih banyak spektrum warna, seperti komponen Red (merah), Green (hijau), dan Blue (biru), atau disingkat RGB, dimana warna dari tiap piksel direpresentasikan dari kombinasi linear tiga warna dasar pada masing-masing bidang planar. Representasi warna yang lain bisa didapatkan dengan menggunakan komponen Hue, Saturation, dan Value, yang selanjutnya disingkat HSV, dimana nilai intensitas dipisahkan dari informasi warna yang ada pada komponen H dan S (Solomon & Breckon, 2011).

Pemetaan persebaran intensitas dalam suatu citra dapat direpresentasikan menggunakan histogram. Histogram citra digital merupakan pemetaan frekuensi relatif dari kemunculan piksel dengan nilai tertentu dari suatu citra. Sebagai contohnya, histogram dari citra aras abu dapat ditentukan dengan menghitung seberapa sering kemunculan tiap nilai (dari 0 sampai 255) pada citra. Jika histogram tersebut dinormalisasikan sehingga total frekuensi bernilai 1 maka

akan menghasilkan fungsi kerapatan probabilitas diskrit. Inspeksi visual terhadap histogram citra dapat memperlihatkan adanya kontras pada citra atau adanya potensi perbedaan distribusi warna dari komponen latar depan (atau objek) dengan latar belakangnya (Solomon & Breckon, 2011).

Histogram citra berwarna yang mengandung informasi frekuensi kemunculan nilai warna dapat dimanfaatkan untuk mencari tingkat kesamaan warna suatu citra dengan citra yang lain secara numerik. Sehingga dari informasi tersebut dapat ditentukan seberapa mirip warna yang dibandingkan.

## **2.4 Pengenalan Pola Visual Citra Digital**

Citra digital dapat digunakan untuk memperoleh informasi-informasi fisis dari objek dalam citra. Tiap jenis objek memiliki ciri khas yang membedakannya dengan objek yang lain. Jika ditarik dari belakang, maka ekstraksi informasi-informasi khas dalam suatu citra dapat digunakan untuk menjelaskan atau mengenali jenis objek yang ada dalam citra. Pada penelitian ini, pengenalan jenis apel dilakukan dengan mengekstrak informasi fisis berupa warna dan geometri objek dari citra dua dimensinya.

### **2.4.1 Pengenalan Pola Visual dengan Parameter Kanal Warna Hue**

Representasi warna dari suatu citra didapatkan dari satu atau kombinasi dari beberapa kanal warna dalam citra. Secara matematis, suatu citra merupakan kumpulan nilai yang dipetakan pada titik-titik tertentu. Citra aras abu atau citra biner hanya memiliki satu nilai numerik alias hanya menggunakan satu kanal warna untuk tiap piksel yang merepresentasikan besar intensitas pada piksel tersebut. Sedangkan citra RGB (*true colour*) maupun HSV (*perceptual colour*) merepresentasikan warna citra dari aras tiga dimensi. *Perceptual colour space* yang disebutkan terakhir menjadi



alternatif dalam merepresentasikan citra *true colour* (RGB) agar lebih sesuai dan lebih menyerupai persepsi manusia terhadap warna, dan salah satu ruang warna tersebut adalah ruang warna HSV. Ketiga kanal dalam ruang warna HSV dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Hue merepresentasikan panjang gelombang dominan dari warna citra
- Saturation merujuk pada banyaknya campuran warna putih dalam warna citra, dan
- Value berkaitan dengan kecerahan atau luminansi dari warna citra

Pengujian kanal warna pada ruang HSV memberikan keuntungan (dibanding ruang RGB) dengan tingginya konsistensi hasil dari warna citra kanal hue meskipun terdapat perbedaan kondisi pencahayaan. Sehingga ruang HSV dapat digunakan dalam proses segmentasi objek berbasis warna. (Solomon & Breckon, 2011)

#### 2.4.2 Pengenalan Pola Visual dengan Momen Invarian

Konsep momen dalam bidang statistika berkaitan erat dengan dasar-dasar teori probabilitas. Sebagai ilustrasinya, apabila suatu fungsi probabilitas diekspresikan dengan  $p(x)$  yang menyatakan distribusi variabel acak  $x$ , maka momen ke- $n$  dari fungsi tersebut didapatkan melalui persamaan

$$m_n = \int_{-\infty}^{\infty} x^n p(x) dx \quad (2.1)$$

Jika nilai  $n$  bernilai 0 (momen ke-nol) maka fungsi di atas akan memberikan nilai luasan dari area di bawah fungsi  $p(x)$ . Sedangkan momen pertama ( $n$  bernilai 1) akan merupakan nilai mean dari variabel acak  $x$ . Momen pusat dari fungsi kerapatan yang menggambarkan variasi nilai mean didefinisikan sebagai

$$M_n = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^n p(x) dx \quad (2.2)$$

Momen dengan orde di atas dua dapat memberikan informasi-informasi berkaitan dengan bentuk dari fungsi kerapatan. Pengenalan terhadap nilai-nilai unik dari kesemua momen akan memberikan pencirian khas dari fungsi kerapatan. Demikian sehingga didapati bahwa nilai dari tiap momen ini secara bersamaan menyimpan informasi bentuk dari fungsi kerapatan.

Perhitungan nilai momen pada citra dilakukan dengan menempatkan fungsi intensitas citra  $I(x,y)$  sebagai pengganti fungsi  $p(x)$  di atas. Perhitungan nilai momen ini akan menggambarkan karakteristik dari bentuk yang ada dalam citra (Solomon & Breckon, 2011) .

Ming-Kuei Hu (1962) menawarkan teori momen invarian dua dimensi untuk citra bidang datar. Terdapat 7 momen yang tidak terpengaruh terhadap perlakuan translasi, penyekalaan, dan rotasi. Enam momen absolute orthogonal invariant yang terdiri dari momen orde dua dan tiga sebagai berikut

$$momen1 = \mu_{20} + \mu_{02} \quad (2.3)$$

$$momen2 = (\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2 \quad (2.4)$$

$$momen3 = (\mu_{30} - 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} - \mu_{03})^2 \quad (2.5)$$

$$momen4 = (\mu_{30} + 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} + \mu_{03})^2 \quad (2.6)$$

$$momen5 = (\mu_{30} - 3\mu_{12})(3\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] \\ + (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] \quad (2.7)$$

$$momen6 = (\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] \\ + 4\mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03}) \quad (2.8)$$

dan satu momen skew orthogonal invariant sebagai berikut,

$$momen7 = (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} - \mu_{03})^2] \\ - (\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} - \mu_{03})^2] \quad (2.9)$$

## 2.5 Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbor

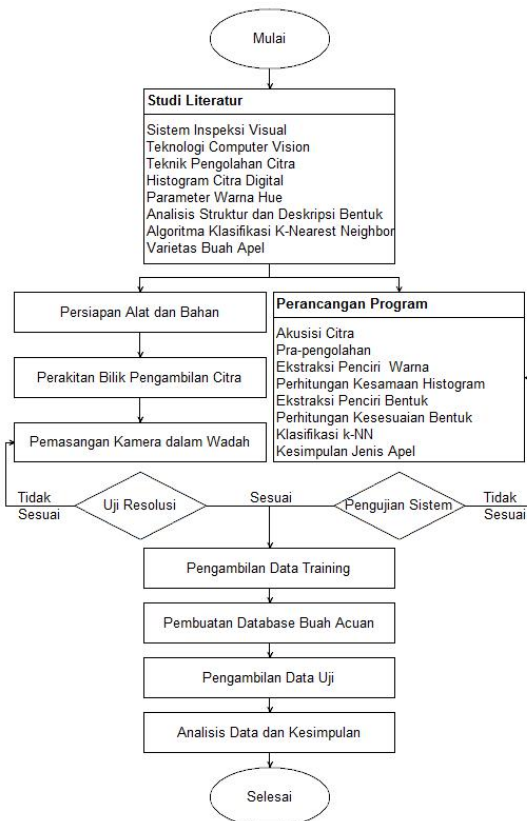
Proses klasifikasi memainkan peranan penting dalam banyak bidang keseharian sebagai tahapan awal sebelum melakukan proses lain yang lebih rumit. Kaitannya dengan pemrosesan citra, proses klasifikasi bertujuan untuk mengidentifikasi ciri khas, pola, ataupun struktur dalam citra untuk kemudian memisahkannya dalam kelas yang lebih spesifik. Proses klasifikasi meskipun hanya meniru pola respon dari manusia, namun memiliki tujuan lain yaitu untuk membangun sistem klasifikasi yang lebih efektif dipandang dari segi biaya dan bersifat otomatis tanpa intervensi langsung dari tenaga manusia. Secara umum, proses membangun sistem klasifikasi otomatis memerlukan rancangan dan pelatihan secara manual pada dua aspek, yaitu spesifikasi tugas, dan pelabelan kelas. Spesifikasi tugas berkaitan dengan penentuan jenis-jenis kelas yang akan dibangun dan parameter-parameter yang akan diamati. Sedangkan proses pelabelan kelas berkaitan dengan proses pelatihan (*training*) secara manual dengan intervensi manusia pada proses awal untuk membangun definisi yang direkam dalam sistem otomatisasi tersebut (Solomon & Breckon, 2011).

Salah satu teknik klasifikasi yang umum dijumpai adalah teknik K-Nearest Neighbors (KNN). Teknik ini dilakukan dengan terlebih dahulu menyimpan semua data *training* dalam database. Selanjutnya data-data baru yang akan diuji dibandingkan dengan semua data *training* yang ada untuk ditentukan sejumlah K (K merujuk pada bilangan bulat) titik-titik mana saja yang paling mendekati sampel uji tersebut. Kesimpulan klasifikasi diambil dengan melakukan voting dari sejumlah K data tersebut, kelas mana yang paling banyak berulang. (Bradski & Kaehler, 2008)

**Halaman ini memang dikosongkan**

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi uraian tentang bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak serta tahapan atau tata laksana penelitian yang berkaitan dengan uraian pada bab sebelumnya. Algoritma penelitian dan rencana pengolahan atau analisis hasil akan dijelaskan dalam bagian ini.



**Gambar 3.1.** Diagram alir penelitian

Dalam rangka mencapai tujuan dari penelitian ini, langkah-langkah penelitian dirumuskan sehingga dapat dilaksanakan secara terstruktur. Tahapan-tahapan penelitian yang digambarkan dalam gambar 3.1. akan diuraikan lebih jauh sebagai berikut.

### **3.1 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui konsep-konsep dasar yang menunjang penelitian ini. Literatur yang dikaji pada penelitian ini berkaitan dengan sistem inspeksi visual, teknik *computer vision*, teknik image processing, histogram citra digital, kanal warna hue, analisis struktur dan deskripsi bentuk, K-Nearest neighbor, dan varietas buah apel.

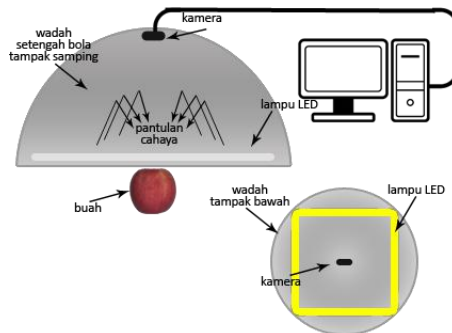
### **3.2 Persiapan Alat dan Bahan**

Peralatan, perangkat, dan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem inspeksi visual berbasis *computer vision* ini adalah sebagai berikut:

- Webcam Logitech C170
- Kain putih
- Cat semprot warna perak
- Kertas duplex
- Lampu LED strip
- Adaptor tegangan DC
- Wadah setengah bola diameter 35cm
- Visual Studio Community 2015 dan pustaka OpenCV 3.0.0

### **3.3 Perakitan Bilik dan Sistem Akuisisi**

Bilik akuisisi citra dibuat dengan menggunakan wadah setengah bola dengan diameter 35 cm yang dirakit dengan kamera dan sumber cahaya LED sebagai berikut,



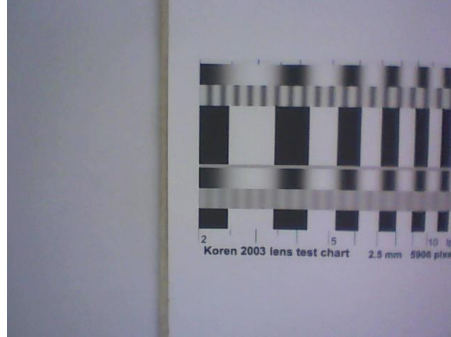
**Gambar 3.2.** Rangkaian sistem akuisisi citra (tampak samping dan tampak bawah)

Bagian dalam wadah setengah bola dilapisi dengan kain yang disemprot dengan cat berwarna perak sehingga dapat memantulkan cahaya dari LED strip yang dipasang menghadap ke arah dalam wadah. Pemasangan LED menghadap ke arah dalam wadah dimaksudkan untuk menghasilkan sumber cahaya tak langsung untuk mengurangi efek pantulan pada permukaan objek amatan. Kamera Logitech C170 dipasang pada bagian atas wadah setengah lingkaran menghadap ke bawah. Kamera terhubung langsung dengan komputer sebagai pengatur proses pencitraan dan pengolah hasil pencitraan dari kamera.

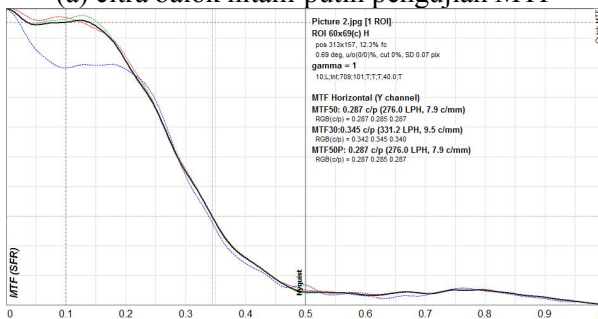
### 3.4 Pengujian Fungsi Transfer Modulasi Kamera

Penentuan fungsi transfer modulasi merupakan standar pengujian untuk mengetahui tingkat presisi sistem pencitraan, termasuk webcam yang digunakan dalam penelitian ini. Inti pengujian ini adalah pemilihan frekuensi spasial yang paling baik sedemikian hingga tidak terpengaruh error akibat aliasing. Fungsi transfer modulasi diperoleh dari pengukuran pelemahan atau reduksi dari modulasi yang terjadi saat sistem pencitraan menangkap citra dari kisi-kisi yang memiliki fungsi kerapatan tertentu. Pada penelitian ini, citra balok hitam-putih ditangkap dengan resolusi kamera 640x480 piksel

dan diolah menggunakan perangkat QuickMTF. Dari pengujian ini didapatkan grafik sebagai berikut,



(a) citra balok hitam-putih pengujian MTF



(b) grafik pengujian MTF

**Gambar 3.3.** Pengujian fungsi transfer modulasi

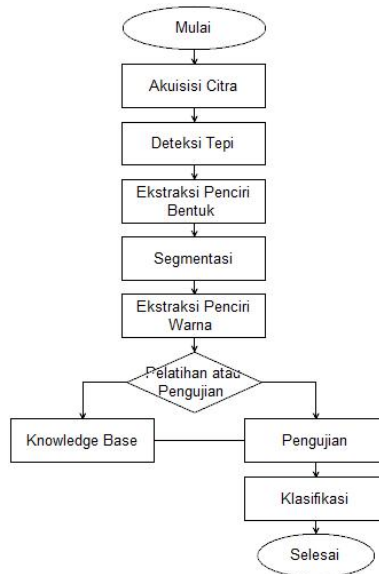
Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa webcam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat ketelitian MTF 50% untuk membedakan hingga 7.9 lingkaran/baris per milimeter. Nilai ini didapatkan pada resolusi kamera 640x480 piksel.

### 3.5 Perancangan Program

Sistem inspeksi visual penggolongan buah apel dalam penelitian ini dimulai dari proses akuisisi citra, pra



pengolahan, ekstraksi penciri bentuk, ekstraksi penciri warna, data *training*, dan klasifikasi. Gambar 3.3. menunjukkan alur dalam program yang dirancang dengan Visual Studio Community 2015 dengan library OpenCV 3.0.0.



**Gambar 3.4.** Diagram alir program penelitian

Proses-proses yang terjadi dalam rancangan program dalam gambar 3.3. akan diuraikan dalam bagian selanjutnya.

### 3.5.1 Akuisisi Citra

Brosnan & Sun (2004) mengutip Wang & Sun (2002) bahwa secara umum sistem *computer vision* terdiri dari lima komponen dasar, yaitu sistem pencahayaan, kamera, frame grabber atau digitizer, perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Terdapat banyak jenis sensor yang dapat digunakan sebagai instrumen akusisi citra untuk tujuan yang berbeda,

seperti sensor ultrasound, sinar x, scanner, kamera termal, dan spektrosopi NIR (Brosnan & Sun, 2004).

Penelitian ini menggunakan kamera CCD merek dagang Logitech C170 dengan resolusi 5 megapiksel dan menghasilkan citra dalam ukuran 640x480 piksel. Cahaya dari luar yang melewati lensa kamera diproyeksikan permukaan sensor dan dikonversikan dalam format digital. Proses konversi citra ke dalam bentuk numerik disebut juga dengan digitisasi. Citra dipetakan dalam koordinat dua dimensi yang tiap titiknya terdiri dari satu piksel menggunakan komponen frame grabber. (Brosnan & Sun, 2004) Proses digitisasi dilakukan secara in situ dalam komponen kamera dan ditransfer lewat antarmuka USB dengan perangkat lunak komputer secara *realtime*.

### 3.5.2 Deteksi Tepi

Tahap ini dilakukan dengan menerapkan proses pengaburan (blur) ukuran 3x3 pada citra aras abu sehingga mengurangi efek derau pada citra untuk selanjutnya dilakukan pendeteksian tepi menggunakan metode canny. Tepi terdeteksi dari metode canny selanjutnya digunakan untuk menentukan kontur dalam citra. Kontur-kontur yang telah diperoleh tidak semuanya diproses, hanya yang terbesar saja yang digunakan yang diasumsikan sebagai kontur terluar dari objek amatan. Kontur yang telah didapatkan selanjutnya digunakan dalam proses pencadaran (masking) untuk memisahkan objek amatan dari gambar latar belakang.

Diantara proses yang umum diaplikasikan pada tahap pra-pengolahan adalah operasi deteksi tepi. Deteksi tepi merujuk pada proses identifikasi dan penentuan titik terjadinya diskontinyu secara tajam dalam citra (Chinu, 2014). Kemampuan deteksi tepian citra dapat memudahkan proses lokalisasi objek sedemikian hingga proses analisis menjadi lebih efisien dan menyederhanakan proses dengan mengurangi jumlah data yang diproses.

Algoritma deteksi tepi Canny yang disebut juga sebagai optimal edge detector memberikan pendekatan perhitungan penentuan tepi berdasarkan enam langkah dasar yang terdiri dari penghalusan, penentuan gradien, perhitungan arah, penindihan non maksimum, ambang batas ganda, serta pelacakan tepi dengan histeresis.

Tahap penghalusan dilakukan dengan proses blurring untuk menghilangkan derau pada citra. Penentuan gradien dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tepi dengan operator gaussian. Perhitungan arah tepi dilakukan dengan rumus trigonometri sederhana sehingga arah dari tepi diketahui dan piksel yang sesuai dengan arah tepi saling dihubungkan. Selanjutnya penindihan/penghilangan non maksimum dilakukan sepanjang tepi sehingga hanya tepi yang bernilai maksimum yang ditandai. Proses akhir dilakukan dengan menghilangkan garis-garis putus pada tepian objek dengan menerapkan ambang batas ganda, T1 dan T2. Piksel citra yang bernilai lebih besar dari T1 akan dianggap sebagai tepi. Piksel citra yang lebih besar dari T2 akan dianggap tepi jika terhubung dengan piksel sebelumnya (Kadir & Susanto, 2013).

### **3.5.3 Ekstraksi Penciri Visual**

Pada tahap ini, penciri visual dari objek dikuantifikasi untuk kemudian menjadi karakteristik objek dan keperluan proses perbandingan di tahap selanjutnya.

#### **3.5.3.1. Ekstraksi Penciri Bentuk**

Proses ekstraksi penciri bentuk diawali dengan pendeteksian tepi-tepi yang ada di dalam citra. Pada tahap ini, algoritma deteksi tepi Canny yang telah disebutkan sebelumnya digunakan. Hasil dari deteksi tepi Canny hanya terbatas pada penentuan tepi dan penegasian piksel di luar tepi namun belum memberikan informasi numerik berkaitan

dengan bentuk dari objek dalam citra. Maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah membaca kontur citra.

Kontur adalah sejumlah titik yang merepresentasikan bentuk atau kurva yang ada pada citra. Informasi kontur direpresentasikan dalam besaran vektor yang memberikan informasi sebaran titik dalam citra. Vektor titik ini yang kemudian membentuk kontur tertutup untuk digunakan dalam proses perhitungan momen Hu.

### 3.5.3.2. Ekstraksi Penciri Warna

Tahap awal proses ekstraksi penciri warna dilakukan dengan mentransformasikan citra ruang warna RGB ke dalam ruang warna HSV. Ruang warna HSV (perceptual color) lebih sesuai dan lebih menyerupai persepsi manusia terhadap warna dibanding ruang warna RGB (true color). Selain itu, pengujian kanal hue pada ruang HSV memberikan keuntungan dibanding ruang RGB dengan tingkat konsistensi hasil dari warna citra kanal hue yang lebih baik meskipun terdapat perbedaan kondisi pencahayaan (Solomon & Breckon, 2011). Kanal warna hue dari ruang warna HSV diambil sebagai penciri warna yang nantinya dianalisis lebih lanjut. Citra ruang HSV selanjutnya dipecah ke dalam komponen-komponennya untuk mendapatkan nilai hue yang berdiri sendiri dan akan digunakan dalam proses perbandingan di tahap selanjutnya.

Secara matematis, nilai kanal hue didapatkan dari citra RGB menggunakan persamaan berikut,

$$\begin{aligned} & 60(G - B)/(V - \min(R, G, B)) & \text{if } \max(R, G, B) = R \\ Hue \leftarrow & 120 + 60(B - R)/(V - \min(R, G, B)) & \text{if } \max(R, G, B) = G \\ & 240 + 60(R - G)/(V - \min(R, G, B)) & \text{if } \max(R, G, B) = B \end{aligned} \quad (3.1)$$

Nilai hue merepresentasikan warna dominan dari piksel citra. Sebagaimana yang terlihat pada persamaan di atas, nilai hue dari citra RGB ditentukan dari nilai terendah dan nilai tertinggi dari tiap kanal dalam ruang RGB.

### 3.5.4 Pelatihan Sistem dan Pembangunan Basis Pengetahuan

Proses pelatihan sistem dilakukan dengan melakukan *training* pada sistem menggunakan masing-masing 10 buah apel dari varietas anna, fuji, dan red delicious. Ketiganya memiliki kecenderungan warna merah dan bentuk buah yang berbeda. Penciri warna hue dengan nilai histogramnya dan penciri bentuk yang diambil dari vektor titik tepi terluar citra selanjutnya disimpan. Nilai dari 30 buah ini disimpan sebagai basis pengetahuan untuk dijadikan referensi dalam proses pengujian.

### 3.5.5 Pengujian Sistem

Proses pengujian dilakukan pada masing-masing 30 buah apel dari tiap varietas. Hasil pengujian dibandingkan dari tiap-tiap varietas. Selain itu, pengenalan dengan masing-masing penciri juga disertakan untuk kemudian dibandingkan tingkat pengenalannya.

#### 3.5.5.1. Perhitungan Kesesuaian Bentuk

Kesamaan bentuk dari dua citra ditentukan dengan membandingkan ketujuh momen Hu yang telah dijelaskan dalam Bab II. Momen adalah karakteristik umum dari kontur yang dihitung dari keseluruhan piksel dari kontur. Ketujuh momen Hu didapatkan dari informasi kontur berupa kumpulan vektor titik yang telah diekstrak. Pada tahap ini, hanya kontur terbesar yang disertakan dalam perhitungan. Diasumsikan kontur terbesar yang ada dalam citra adalah berasal dari permukaan terluar buah. Metode perhitungan kesesuaian bentuk dalam percobaan ini menggunakan formula sebagai berikut,

$$I_1(A, B) = \sum_{i=1}^7 \left| \frac{1}{m_i^A} - \frac{1}{m_i^B} \right| \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned}
m_i^A &= \text{sign}(h_i^A) \cdot \log|h_i^A| \\
m_i^B &= \text{sign}(h_i^B) \cdot \log|h_i^B| \\
h_i^A &= \text{momenHu\_A} \quad \text{dan} \quad h_i^B = \text{momenHu\_B}
\end{aligned}$$

Tingkat kesamaan (I) dua bentuk A dan B diperoleh dari total selisih tiap momen dari ketujuh momen Hu dari kedua bentuk. Semakin tinggi kemiripan kedua bentuk maka nilai total perhitungan akan semakin mendekati nol.

### 3.5.5.2. Perhitungan Kesamaan Histogram

Histogram kanal hue dari citra uji dan citra *training* atau acuan dibandingkan menggunakan metode korelasi dengan formula sebagai berikut,

$$d(H_1, H_2) = \frac{\sum_i H_1'(i) \cdot H_2'(i)}{\sqrt{\sum_i H_1'^2(i) \cdot H_2'^2(i)}} \quad (3.2)$$

$$\text{dengan} \quad H_k'(i) = H_k(i) - (1/N) \left( \sum_j H_k(j) \right) \quad (3.3)$$

dan N menunjukkan jumlah bin pada histogram.

Perhitungan kesamaan histogram mengharuskan kesamaan jumlah bin. Sehingga dalam penelitian ini, kedua histogram kanal warna hue yang dibandingkan sama-sama terdiri dari 180 bin yang merepresentasikan 360 derajat rentang nilai hue. Setiap bin memiliki nilai sesuai dengan banyaknya kemunculan nilai dari seluruh piksel citra. H1 dan H2 merujuk pada kedua histogram yang dibandingkan. Setiap bin dari H1 dihitung selisihnya dengan nilai dari bin yang sama dari H2 menggunakan persamaan (3.2) sedemikian hingga bin terakhir.

Hasil perhitungan metode ini akan menunjukkan semakin mirip kedua histogram, maka nilai yang diberikan akan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Kecocokan sempurna direpresentasikan dengan nilai 1.

### 3.5.5.3. Algoritma Pengambilan Keputusan

Proses pengambilan keputusan pada rancangan program ini menggunakan konsep dasar algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbor. Input pengujian yang telah didapatkan penciri warna dan bentuk selanjutnya dibandingkan dengan 30 penciri warna dan 30 penciri bentuk dalam data *training* dengan metode yang disebutkan dalam poin sebelumnya. Hasil perbandingan dengan 30 data *training* tersebut selanjutnya diurutkan berdasarkan kemiripannya. Dalam hal ini terdapat perbedaan pengurutan antara penciri bentuk dan warna, sebagaimana yang disebutkan dalam poin sebelumnya. Jika penciri warna data *training* semakin mirip dengan data uji maka nilainya semakin mendekati 1 sehingga nilainya diurutkan dari besar ke kecil. Sedangkan penciri bentuk akan semakin mirip jika nilai perbandingannya semakin mendekati nol, sehingga nilainya diurutkan dari kecil ke besar. Kedua urutan data ini selanjutnya diseleksi berdasarkan peringkat, hanya 5 nilai teratas dari penciri warna dan 4 nilai teratas dari penciri bentuk yang disertakan. Selanjutnya kesembilan data teratas ini dikelompokkan berdasarkan vaarietasnya. Keputusan jenis diambil dari kelompok dengan jumlah anggota terbanyak.

**Halaman ini memang dikosongkan**



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menguraikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan metode yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya dan mengaitkannya dengan tujuan penelitian yang telah dijelaskan pada bagian pendahuluan. Pengujian dilakukan terhadap 130 buah apel dari ketiga varietas dengan masing-masing 10 data awal dari tiap varietas digunakan sebagai data *training* pada algoritma KNN.

#### **4.1. Akuisisi Citra**

Citra yang telah diakuisisi memiliki beberapa kelompok kontur atau yang disebut sebagai hierarki. Sedangkan dalam penelitian ini, hanya kontur terluar buah saja yang akan diamati untuk proses segmentasi dan pencirian. Sehingga pada tahap ini, kontur terbesar diambil sebagai representasi dari kontur objek yang selanjutnya digunakan dalam proses pencadaran untuk segmentasi citra dengan hasil seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



**Gambar 4.1.** Citra asli



**Gambar 4.2.** Citra segmentasi

## 4.2. Deteksi Tepi

Deteksi tepi dilakukan pada citra yang telah diakuisisi. Proses deteksi tepi dilakukan dengan metode Canny, diawali dengan konversi aras abu, pengaburan (blurring) dengan ukuran 3x3, dan penerapan ambang batas bawah dan atas. Deteksi tepi canny dapat digunakan untuk menentukan piksel tepi yang memisahkan segmen-segmen dari citra namun belum memiliki informasi yang cukup untuk menjelaskan bentuk objek yang dibatasi oleh tepi tersebut. Tepi yang telah terdeteksi selanjutnya digunakan untuk menentukan kontur dalam citra. Kontur berisi titik-titik (point) yang merepresentasikan kurva dalam citra. Kontur dalam library opencv direpresentasikan dengan rangkaian (sequence) vektor titik yang mengandung informasi lokasi/ pemetaan tiap titik.

## 4.3. Ekstraksi Penciri Visual

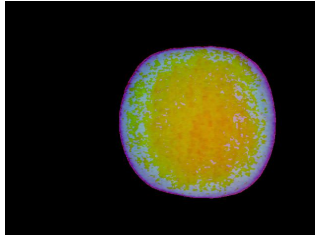
### 4.3.1 Ekstraksi Penciri Bentuk

Tepi citra yang telah dideteksi dengan metode canny belum mengandung informasi numerik yang bisa digunakan untuk dijadikan sebagai penciri. Oleh karena itu pada tahap ini, dilakukan proses pembacaan kontur. Kontur adalah sejumlah titik yang merepresentasikan bentuk atau kurva yang ada pada citra. Informasi kontur direpresentasikan dalam besaran vektor yang memberikan informasi sebaran titik dalam citra. Vektor titik ini yang kemudian membentuk kontur tertutup untuk digunakan dalam proses perhitungan momen Hu. Nilai vektor titik dari tiap data *training* dapat dilihat pada bagian Lampiran-A.

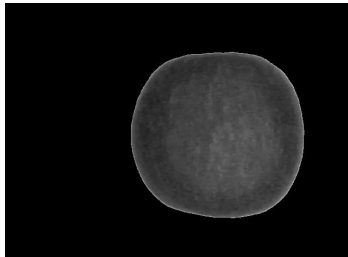
### 4.3.2 Ekstraksi Penciri Warna

Citra objek yang telah tersegmentasi digunakan dalam proses ekstraksi penciri warna. Citra RGB yang tersegmentasi dikonversi ke dalam ruang warna HSV. Histogram kanal Hue dari citra HSV objek selanjutnya dihitung sebagai penciri

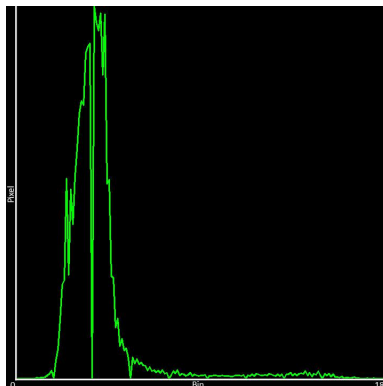
warna dari objek amatan. Langkah-langkah tersebut di atas dapat dilihat pada gambar 4.3. hingga 4.5.



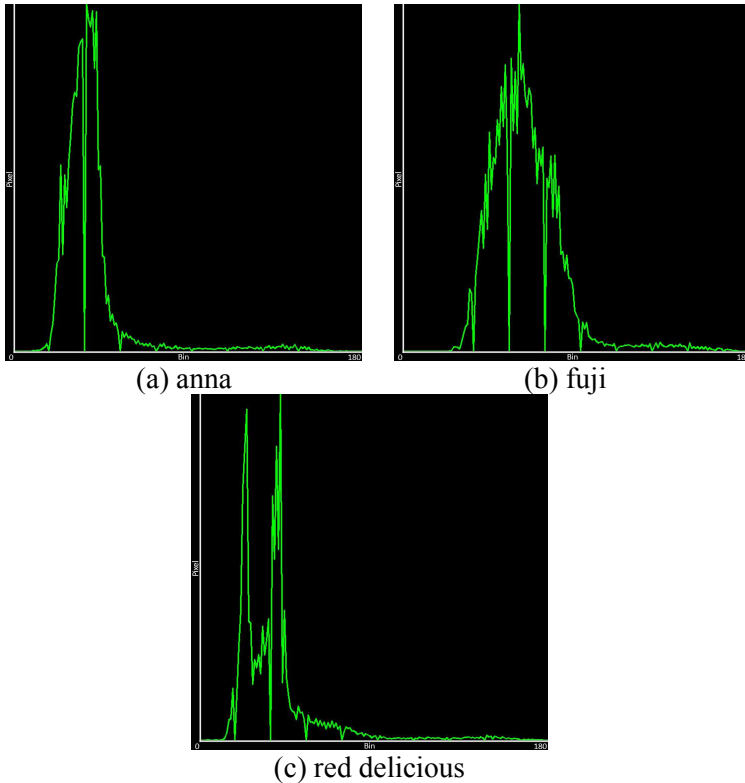
**Gambar 4.3.** Citra ruang warna HSV



**Gambar 4.4.** Citra kanal warna hue



**Gambar 4.5.** Histogram citra kanal hue



**Gambar 4.6.** Contoh perbandingan histogram citra kanal hue tiga varietas

Contoh perbandingan histogram dari ketiga jenis apel dapat dilihat pada gambar 4.6. Dengan warna dominan merah, ketiga jenis varietas memiliki kecenderungan histogram yang berbeda. Sampel varietas anna memiliki titik puncak pada daerah 40, sedangkan histogram fuji memiliki titik puncak pada daerah 50 dan histogram sampel varietas red delicious gambar 4.6. memiliki dua puncak pada daerah 20 dan 40. nilai-nilai histogram ini yang nantinya akan saling dibandingkan untuk menentukan tingkat kesamaan warna dari

objek yang akan dikenali. Rincian nilai histogram yang dijadikan sebagai acuan tercantum pada bagian Lampiran-B.

#### **4.4. Pelatihan Sistem dan Pembangunan Basis Pengetahuan**

Pada tahap awal perancangan sistem, proses pelatihan (*training*) dilakukan untuk membentuk definisi dan memberikan acuan dalam sistem sebelum digunakan dalam pengujian. Vektor kontur terbesar yang merepresentasikan kontur terluar dari buah yang telah didapatkan pada proses pra-pengolahan digunakan kembali sebagai penciri bentuk dari objek amatan. Sedangkan penciri warna diambil dari matriks histogram citra kanal warna hue. Pada tahap pelatihan ini, masing-masing 10 data dari tiap varietas digunakan sampai tahap ekstraksi penciri bentuk dan warna. Nilai numerik kedua penciri ini (vektor kontur dan matrik histogram) disimpan dalam format .yaml dengan pelabelan yang ditentukan oleh user. Pada proses-proses selanjutnya, setiap pengujian baru akan dibandingkan dengan nilai yang telah tersimpan dan sistem akan menafsirkannya berdasarkan data latihan yang telah tersimpan.

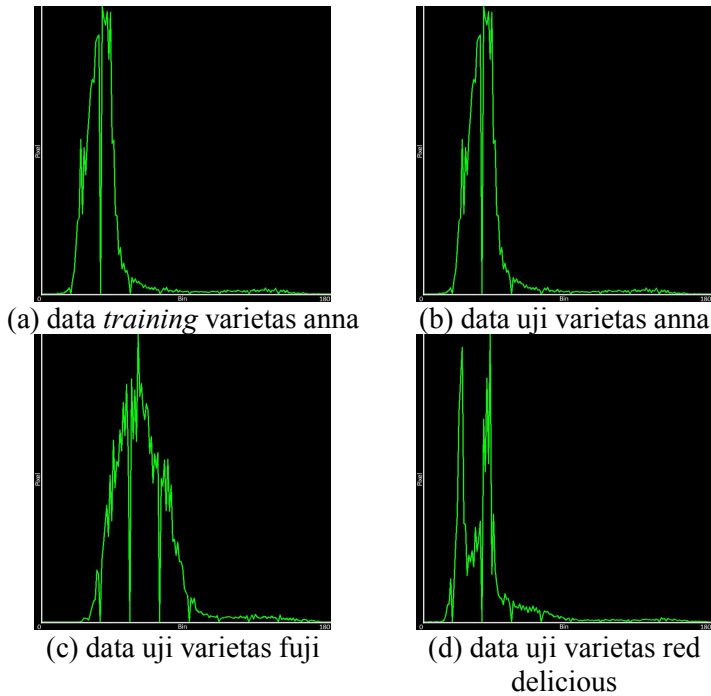
#### **4.5. Pengujian Sistem**

Pengujian dilakukan terhadap 100 sampel campuran dari ketiga varietas. Dilakukan perbandingan tingkat pengenalan dengan penciri bentuk, warna, dan kombinasi keduanya. Perbandingan tingkat pengenalan tiap varietas dan penciri disajikan dalam bagian ini.

##### **4.5.1 Perbandingan Histogram Kanal Warna Hue**

Metode perbandingan histogram dalam OpenCV mensyaratkan kesamaan ukuran histogram citra. Pada penelitian ini, histogram yang diperbandingkan memiliki ukuran 180 yang merepresenatikan rentang nilai kanal warna hue sebesar 360, berbeda dengan RGB yang memiliki rentang

nilai sebesar 256. Metode CV\_COMP\_CORREL digunakan dalam penelitian ini. Berikut diantara perbandingan histogram citra uji dengan citra acuan dan hasilnya, hasil perbandingan yang lain ditampilkan pada bagian Lampiran-C.



**Gambar 4.7.** Perbandingan histogram

Pada program yang telah dijalankan, perbandingan histogram (b), (c), dan (d) masing-masing terhadap histogram (a) sebagai data uji menggunakan persamaan (3.2) menghasilkan nilai secara berurutan  $9.681e-01$  untuk histogram (b),  $1.278e-01$  untuk histogram (c), dan  $8.227e-01$  untuk histogram (d).

Semakin tinggi kesamaan dengan histogram (a), nilai perbandingan semakin mendekati nilai 1. Pada contoh di atas

terlihat bahwa histogram (b) yang berasal dari citra buah yang sama varietasnya dengan histogram (a), yaitu varietas anna, memiliki nilai tertinggi. Jika dibandingkan diantara histogram (b) dari varietas fuji, maka histogram (c) dari varietas red delicious memiliki kesamaan yang lebih besar, ini dapat dipahami sebagai akibat dari kemiripan warna buah (c) dengan varietas anna dari buah (a), namun masih lebih rendah kemiripannya dengan sesama varietas anna dari buah (b).

#### **4.5.2 Perhitungan Kesesuaian Bentuk**

Perhitungan kesesuaian bentuk dilakukan dengan membandingkan kontur citra uji dengan kontur acuan yang telah disimpan pada langkah 4.3. Pada bagian ini, informasi kontur digunakan untuk menghitung momen kontur, yaitu karakteristik yang diperoleh dari proses integrasi sejumlah piksel yang terdapat dalam rangkaian kontur. Pada penelitian ini, proses karakterisasi kontur menggunakan momen Hu yang berjumlah 7. Ketujuh nilai momen Hu dua citra yang diperbandingkan selanjutnya dihitung total selisihnya. Jika selisih keduanya semakin mendekati nol, menandakan bentuk kedua kontur semakin mirip. Sebagai contoh perhitungan ini, berikut ditampilkan perhitungan kesesuaian bentuk dari buah yang sama dengan gambar 4.7.

Pada program yang telah dijalankan, perhitungan kesesuaian bentuk (b), (c), dan (d) masing-masing terhadap kontur citra (a) sebagai data uji menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan nilai secara berurutan  $1.462e-02$  untuk citra (b),  $1.187e-02$  untuk citra (c), dan  $7.914e-02$  untuk citra (d).

Semakin tinggi tingkat kemiripan kontur dengan citra (a), maka nilai yang ditunjukkan akan semakin mendekati nol. Pada contoh di atas terlihat bahwa diantara ketiga citra, citra (d) yang berasal dari jenis red delicious memiliki nilai yang terbesar sehingga memiliki kesesuaian yang paling rendah. Pada contoh ini, citra (c) yang berasal dari varietas fuji memiliki nilai kesesuaian yang lebih kecil dibanding citra (b)

yang berasal dari varietas yang sama dengan (a), menunjukkan penggunaan satu acuan akan memberikan peluang pengenalan salah yang lebih besar. Dalam penelitian ini, citra acuan yang digunakan berjumlah 30, sehingga proses perbandingan diharapkan peluang kesalahan pengenalan menjadi lebih kecil. Hasil pengenalan dengan metode ini dijelaskan dalam poin 4.6.



(a) data *training* varietas anna



(b) data uji varietas anna



(c) data uji varietas fuji



(d) data uji varietas red  
delicious

**Gambar 4.8.** Perhitungan kesesuaian bentuk

#### 4.5.3 Pengambilan Keputusan

Sebagaimana yang diuraikan pada poin-poin sebelumnya, setiap data uji yang telah melalui proses ekstraksi penciri warna dan bentuk selanjutnya akan dibandingkan dengan 30 data acuan yang telah diuraikan pada poin 4.3. Pada tahap ini proses pengambilan keputusan menggunakan algoritma KNN dengan mengganti proses sorting berdasarkan poin 4.4. dan



4.6. Nilai perbandingan histogram citra uji dengan ketigapuluh citra acuan diurutkan dari yang terbesar sebagaimana yang dijelaskan dalam poin 4.4. Sedangkan nilai kesesuaian bentuk diurutkan dari yang terkecil sebagaimana yang dijelaskan dalam poin 4.5. Selenjutnya 5 perbandingan histogram warna dan 4 perbandingan bentuk tertinggi dihitung berdasarkan voting. Program akan menentukan jenis varietas citra uji berdasarkan jumlah vote tertinggi. Berikut diantara hasil sortasi dan kesimpulan yang diambil. Hasil pengenalan contoh yang lain ada dalam bagian Lampiran-C.

**Tabel 4.1.** Contoh hasil pengujian sampel anna\_11

sampel:	anna_11		
Perbandingan Terurut:	Histogram	Kesesuaian Terurut:	Bentuk
Anna 1	9.681e-01	Anna 2	5.697e-03
Anna 5	9.256e-01	Anna 1	1.461e-02
Red D 4	9.192e-01	Anna 8	1.671e-02
Anna 2	9.070e-01	Red D 6	2.633e-02
Red D 6	9.028e-01	Anna 3	2.841e-02
Red D 9	8.905e-01	Red D 9	3.286e-02
Red D 2	8.376e-01	Fuji 9	3.557e-02
Red D 8	8.372e-01	Anna 6	3.706e-02
Fuji 6	8.121e-01	Red D 7	3.868e-02
Red D 1	8.115e-01	Anna 7	4.018e-02
Red D 7	8.005e-01	Anna 9	4.049e-02
Anna 7	7.977e-01	Red D 10	4.127e-02
Anna 8	7.940e-01	Fuji 1	4.390e-02
Red D 10	7.757e-01	Anna 5	4.540e-02
Red D 5	7.623e-01	Red D 1	5.267e-02
Anna 10	7.461e-01	Red D 3	5.400e-02
Red D 3	7.004e-01	Anna 4	5.539e-02
Anna 9	7.003e-01	Anna 10	5.696e-02
Fuji 4	6.644e-01	Red D 5	5.833e-02

Anna 6	6.222e-01	Red D 8	5.851e-02
Anna 4	6.115e-01	Fuji 7	6.787e-02
Fuji 1	5.723e-01	Fuji 10	7.594e-02
Fuji 5	5.612e-01	Fuji 2	7.883e-02
Fuji 10	5.245e-01	Fuji 5	9.224e-02
Anna 3	5.242e-01	Fuji 3	1.061e-01
Fuji 8	5.083e-01	Red D 2	1.175e-01
Fuji 7	4.895e-01	Fuji 8	1.300e-01
Fuji 9	4.454e-01	Fuji 4	1.323e-01
Fuji 3	4.313e-01	Red D 4	1.358e-01
Fuji 2	6.328e-02	Fuji 6	5.971e-02
Voting:			
Red Delicious		3	
Fuji		0	
Anna		6	
Kesimpulan Varian		ANNA	

Tabel 4.1. merupakan contoh data perhitungan menggunakan persamaan (3.1) untuk perbandingan histogram dan (3.3) untuk perbandingan bentuk serta pengambilan kesimpulan menggunakan algoritma KNN dari salah satu sampel uji dengan kode anna\_11 yang sebelumnya ditunjukkan pada poin (b) gambar 4.7 dan gambat 4.8. Sampel setelah melewati proses akuisisi hingga ekstraksi penciri selanjutnya dibandingkan dengan ketigapuluh data acuan dan memberikan hasil seperti yang nampak pada tabel 4.1. Proses voting yang terpisah antara penciri warna dan bentuk memberikan peluang untuk menilai kemiripan berdasarkan kelompok, bukan satuan data acuan. Karena penciri bentuk dan warna tidak berpengaruh secara langsung sehingga memungkinkan adanya kombinasi antara warna satu data acuan dan bentuk dari data acuan yang berbeda.

Pada penelitian ini, pengujian yang sama dilakukan terhadap 31 buah varietas anna, 30 buah varietas fuji, dan 39

buah dari varietas red delicious. Penciri warna hue dan bentuk diekstrak menggunakan algoritma yang sama dengan data acuan dan dibandingkan dengan penciri warna hue dan vektor kontur dari data acuan yang telah disimpan sebelumnya. Perbandingan hasil pengenalan dari kedua penciri dapat dilihat pada tabel 4.2, tabel 4.3, dan kombinasi keduanya pada tabel 4.4.

**Tabel 4.2.** Hasil pengenalan dengan penciri warna

Sampel	Pengenalan dengan Penciri Warna					Tingkat Pengenalan (%)
	Jumlah	Red Delicious	Fuji	Anna	Tidak Dikenal	
Red Delicious	39	<b>38</b>	0	1	0	97
Fuji	30	2	<b>28</b>	0	0	93
Anna	31	5	0	<b>26</b>	0	84

Tabel 4.2. memperlihatkan hasil pengenalan jika hanya menggunakan satu penciri, dalam hal ini penciri warna. Pada bagian ini, tingkat pengenalan varietas red delicious paling tinggi dibanding varietas lain sebesar 97%. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas red delicious memiliki warna yang relatif jauh berbeda atau keseragaman warna yang lebih sempit dibanding varietas lainnya, dan sedikit memiliki kemiripan dengan varietas anna. Tingkat pengenalan varietas fuji sebesar 93%, dapat dipahami dari warnanya yang khas dan cenderung lebih muda dibanding varietas anna dan red delicious. Sedangkan tingkat pengenalan varietas anna merupakan yang terendah dan 5 sampel dikenali sebagai red delicious, hal ini disebabkan kecenderungan warna varietas anna yang pada sebagian sampel menyerupai red delicious yang berwarna merah gelap.

Tabel 4.3. menunjukkan hasil pengenalan sistem jika hanya menggunakan satu penciri, dalam hal ini penciri bentuk. Pada bagian ini, tingkat pengenalan varietas red delicious jauh kecil dibanding varietas lainnya dengan besar persentase 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas red delicious memiliki keragaman bentuk yang lebih banyak dibanding

varietas lain. Hal ini didukung dari data di atas yang menunjukkan bahwa kesalahan baca bentuk varietas red delicious kepada varietas anna dan fuji sama-sama besar. Sedangkan tingkat pengenalan varietas anna dan fuji masing-masing memberi nilai 52% dan 77%. Pada kasus ini, sebagian besar kesalahan baca varietas fuji terjadi karena terkecoh dengan varietas anna dan di sisi lain sebagian besar kesalahan baca varietas anna terjadi karena terkecoh dengan varietas fuji. Hal ini dapat dipahami sebab adanya kecenderungan bentuk yang lebih mirip pada kedua varietas ini, sehingga pembacaan kedua varietas ini mengalami kesalahan pada sebagian sampel.

**Tabel 4.3.** Hasil pengenalan dengan penciri bentuk

Sampel	Pengenalan dengan Penciri Bentuk					Tingkat Pengenalan (%)
	Jumlah	Red Delicious	Fuji	Anna	Tidak Dikenal	
Red Delicious	39	<b>2</b>	12	23	2	5
Fuji	30	0	<b>23</b>	5	2	77
Anna	31	2	7	<b>16</b>	6	52

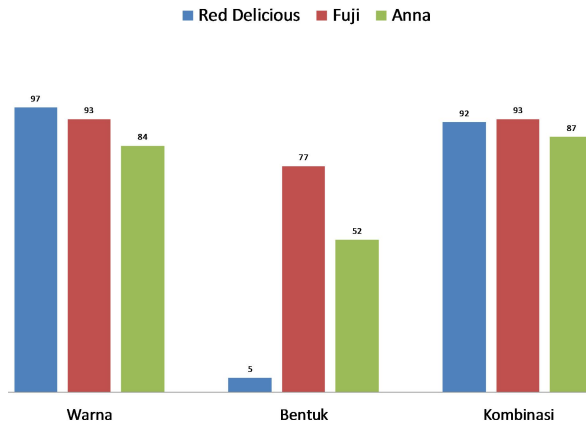
Hasil pengenalan jika menggunakan kombinasi penciri warna dan bentuk ditampilkan dalam tabel 4.4 berikut ini.

**Tabel 4.4.** Pengenalan dengan kombinasi penciri warna dan bentuk

Sampel	Pengenalan Dua Penciri					Tingkat Pengenalan (%)
	Jumlah	Red Delicious	Fuji	Anna	Tidak Dikenal	
Red Delicious	39	<b>36</b>	0	2	1	92
Fuji	30	0	<b>28</b>	2	0	93
Anna	31	3	0	<b>27</b>	1	87

Sebagaimana yang ditampilkan dalam Tabel 4.4, pengenalan dengan menggunakan kombinasi memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan menggunakan penciri tunggal bentuk yang ditampilkan dalam tabel 4.3. Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil yang ditampilkan jika menggunakan penciri tunggal warna sebagaimana yang

ditampilkan dalam tabel 4.2, maka terjadi penurunan prosesntase pengenalan pada varietas red delicious dan fuji, dan meningkat pada varietas anna. Terdapat 4 buah dari varietas anna, 2 buah dari varietas fuji, serta 3 buah dari varietas red delicious yang terbaca salah atau tidak dikenal dengan tepat. Tiga buah dari varietas red delicious dan dua buah dari varietas fuji salah terbaca sebagai varietas anna dan keempat varietas anna salah terbaca sebagai red delicious. Dari ketiga varietas, fuji relatif lebih mudah dikenali karena varian bentuk yang tidak terlalu jauh berbeda, serta warnanya memiliki sedikit semburat kuning yang khas dibanding kedua jenis yang lain. Varietas red delicious tidak memiliki semburat warna kuning dan dominan warna merah kehitaman, namun memiliki bentuk buah yang relatif lebih bervariasi seperti halnya varietas anna. Meskipun memiliki semburat warna kuning, sebagian varietas anna memiliki warna merah yang pekat sehingga pada sebagiannya disamakan dengan red delicious.



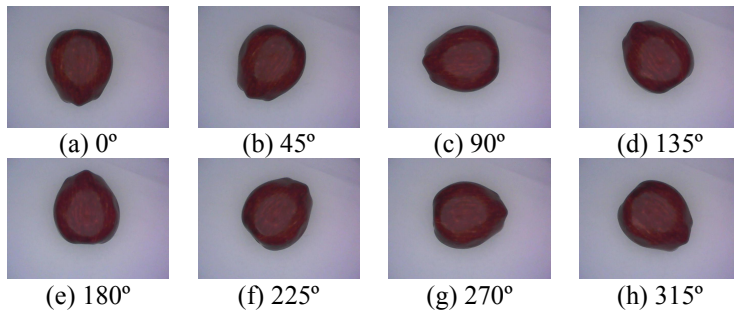
**Gambar 4.9.** Tingkat pengenalan berdasarkan penciri

Gambar 4.9 menampilkan perbandingan tingkat pengenalan tiap varietas berdasarkan penciri yang digunakan. Tingkat pengenalan dengan penciri tunggal warna memberikan hasil tertinggi pada varietas red delicious

dibanding menggunakan penciri tunggal bentuk maupun kombinasi warna dan bentuk. Sedangkan pengenalan varietas anna lebih besar jika proses pengenalan menggunakan kombinasi penciri warna dan bentuk.

Dibandingkan dengan penciri warna maupun penciri kombinasi warna dan bentuk, penggunaan penciri tunggal bentuk memberikan hasil yang paling rendah pada pengujian yang telah dilakukan. Oleh karena itu dilakukan pengujian lain dengan variasi rotasi objek data *training*. Penyusunan ulang data *training* varietas dengan prosesentase terendah, red delicious, pada bagian ini dilakukan untuk menguji pengaruh perlakuan rotasi dari buah data acuan terhadap kemampuan sistem mengenali varietas red delicious.

Kesepuluh data *training* varietas red delicious diganti dengan 40 data *training* yang berasal dari 5 buah varietas red delicious, dimana masing-masing buah diputar dengan sudut kelipatan  $45^\circ$  ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $315^\circ$ ) seperti yang ditampilkan pada gambar 4.10, sehingga masing-masing buah menghasilkan 8 citra yang berbeda.



**Gambar 4.10.** Variasi rotasi data training

Selanjutnya dilakukan pengujian ulang pada varietas red delicious dengan penciri tunggal bentuk. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil sebagaimana yang ditampilkan dalam tabel 4.5.

**Tabel 4.5.** Perbandingan hasil pengenalan dengan variasi rotasi data training

Variasi Rotasi Data Training	Red Delicious	Fuji	Anna	Tidak Dikenal	Tingkat Pengenalan
Sebelum	<b>2</b>	12	23	2	5%
Sesudah	<b>27</b>	3	9	0	69%

Tabel 4.5 memperlihatkan adanya kenaikan tingkat pengenalan varietas red delicious dengan variasi rotasi data *training* dari 5% sebelum diberi perlakuan variasi rotasi menjadi 69% setelah data *training* divariasikan. Kekeliruan pengenalan dengan varietas Anna dan Fuji berkurang. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan pengenalan ketika data *training* memuat lebih banyak kemungkinan sudut tampilan penampang buah yang diakusisi.

**Halaman ini memang dikosongkan**



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penelitian ini telah menghasilkan rancangan sistem inspeksi untuk mengenali jenis varietas apel. Berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini.

- Tingkat pengenalan varietas red delicious dan fuji paling baik jika menggunakan penciri tunggal warna dengan prosentase masing-masing 97% dan 93%.
- Tingkat pengenalan varietas anna paling baik jika menggunakan kombinasi penciri bentuk dan warna dengan prosesntase 87%.
- Variasi rotasi buah data *training* dapat meningkatkan pengenalan sistem dalam perhitungan kesesuaian bentuk (*shape matching*) menjadi 69% pada varietas red delicious.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diantara permasalahan yang dapat dikembangkan lebih lanjut antara lain berkaitan dengan teknik penentuan sampel acuan yang mampu merepresentasikan sebaran karakteristik varietas yang lebih baik. Pengenalan dengan penciri bentuk dalam penelitian ini memiliki tingkat pengenalan yang paling rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut sehingga Algoritma KNN memiliki kelebihan sekaligus kekurangan karena memiliki sistem pembelajaran yang relatif mudah diperbaharui, dengan kata lain sangat bergantung pada hasil pelatihan dan dalam hal ini bergantung pada penentuan sampel dan penciri yang dijadikan acuan pada proses pelatihan.

**Halaman ini memang dikosongkan**

## DAFTAR PUSTAKA

- Bradski, G. dan Kaehler, A., 2008. Learning OpenCV. California: O'Reilly Media, Inc.
- Brosnan, T., Sun, D., Mei, 2003. Improving quality inspection of food products by *computer vision*—a review. Elsevier Journal of Food Engineering 61. 3–16.
- Chinu, dan Chhabra, A., 2014. Overview and Comparative Analysis of Edge Detection Techniques in Digital Image Processing. International Journal of Information & Computation Technology Vol 4, No. 10, 973-980.
- Dirjen Holtikultura Kementrian Pertanian RI. 2015. Statistik Produk Holtikultura 2014. Jakarta: Dirjen Holtikulutra Kementrian Pertanian.
- Eissa, Ayman H. A. dan Khalik, Ayman A., 2012. Structure and Functions of Foof Engineering. <URL: <http://dx.doi.org/10.5772/50796>>
- Hu, Ming-Kue, Februari 1962. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants. IRE Transactions on Information Theory. 179-187.
- Jr., David N. Sitter, Goddard, James S., dan Ferrel, Regina K., Februari 1995. Method for The Measurement of The Modulation Transfer Function of Sampled Imaging Systems from Bar-Target Patterns. Applied Optics Vol. 34, No. 4, 746-751.
- Kadir, Abdul, dan Susanto, A., 2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra. Yogyakarta: ANDI.
- Kandi, Saeideh Gorji. Dec. 2010. Automatic Defect Detection and Grading of Single-Color Fruits Using HSV (Hue, Saturation, Value) Color Space. Journal of Life Sciences Volume 4, No.7 (Serial No.32). 39-45.
- Khojastehnazhand, M., dkk. April 2010. Development of a lemon sorting system based on color and size. African Journal of Plant Science Vol. 4(4), 122-127.

- Kodagali J. A. dan Balaji, S., 2012. *Computer Vision and Image Analysis based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – a Review*. International Journal of *Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 50 – No.6, 6-12.
- Li, C., Cao, Q., Guo, F. Feb. 2009. A Method for Color Classification of Fruits Based on Machine *Vision*. WSEAS Transactions on Systems, Issue 2, Volume 8. 312-321.
- Naganur, H. G., dkk. Agustus 2012. Fruits Sorting and Grading using Fuzzy Logic. International Journal of Advanced Research in *Computer Engineering & Technology* (IJARCET). Vol 1 Issue 6, 117-122.
- Ohali, Y. A., 2010. *Computer vision based date fruit grading system: Design and implementation*. Journal of King Saud University – *Computer and Information Sciences* (2011) 23, 29–36.
- S., Yogitha dan P., Sakthivel, April 2014. A Distributed *Computer Machine Vision* System for Automated Inspection and Grading of Fruits. International Journal of *Computer Science and Mobile Computing*, Vol.3 Issue 4. 522-527.
- Sa'adah, Lailufary I. N., Estiasih, T., April 2015. Karakterisasi Minuman Sari Apel Produksi Skala Mikro dan Kecil di Kota Batu : Kajian Pustaka. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No 2. 374-380.
- Smith, J. C. dan Adendorff, K., Juni 1991. Advantages And Limitations Of An Automated Visual Inspection System. The South African Journal of Industrial Engineering, Vol. 5, No. 1, 27-36.
- Solomon, C. dan Breckon, T., 2011. Fundamentals of Digital Image Processing : A Practical Approach with Examples in Matlab. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd.
- Sutopo. 2015. Budidaya Apel. <URL: <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/budidaya-apel/>>

Toylan, Hayrettin dan Kusu, Hilmi. Januari 2014. A  
Real-Time Apple Grading System Using Multicolor  
Space. The Scientific World Journal. Vol 2014. <URL:  
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/292681>>



## LAMPIRAN-A

### Vektor Kontur Data *Training*



Anna 1

[ 317, 81, 316, 82, 312, 82, 311, 83, 307, 83,  
306, 84, 304, 84, 303, 85, 301, 85, 300, 86, 298,  
86, 297, 87, 296, 87, 295, 88, 293, 88, 292, 89,  
291, 89, 290, 90, 289, 90, 288, 91, 287, 91, 286,  
92, 285, 92, 283, 94, 282, 94, 280, 96, 279, 96,  
277, 98, 276, 98, 264, 110, 264, 111, 261, 114,  
261, 115, 259, 117, 259, 118, 257, 120, 257,

121, 255, 123, 255, 124, 254, 125, 254, 126, 253, 127, 253, 128, 252, 129,  
252, 130, 251, 131, 251, 133, 249, 135, 249, 137, 248, 138, 248, 140, 247,  
141, 247, 142, 246, 143, 246, 146, 245, 147, 245, 150, 244, 151, 244, 153,  
243, 154, 243, 157, 242, 158, 242, 160, 241, 161, 241, 163, 240, 164, 240,  
170, 239, 171, 239, 175, 238, 176, 238, 180, 237, 181, 237, 187, 236, 188,  
236, 223, 237, 224, 237, 229, 238, 230, 238, 234, 239, 235, 239, 239, 240,  
240, 240, 243, 241, 244, 241, 245, 242, 246, 242, 248, 243, 249, 243, 251,  
244, 252, 244, 254, 245, 255, 245, 256, 246, 257, 246, 258, 247, 259, 247,  
261, 249, 263, 249, 265, 251, 267, 251, 270, 252, 271, 252, 272, 253, 273,  
253, 274, 254, 275, 254, 276, 256, 278, 256, 279, 257, 280, 257, 281, 258,  
282, 258, 283, 259, 284, 259, 285, 260, 286, 260, 288, 262, 290, 262, 291,  
264, 293, 264, 294, 265, 295, 265, 296, 266, 297, 266, 298, 267, 299, 267,  
300, 269, 302, 269, 303, 271, 305, 271, 306, 272, 307, 272, 308, 275, 311,  
275, 312, 276, 313, 276, 314, 279, 317, 279, 318, 281, 320, 281, 321, 284,  
324, 284, 325, 286, 327, 287, 327, 294, 334, 295, 334, 297, 336, 298, 336,  
299, 337, 300, 337, 301, 338, 303, 338, 304, 339, 307, 339, 308, 340, 313,  
340, 314, 341, 317, 341, 318, 342, 324, 342, 325, 343, 330, 343, 331, 342,  
334, 342, 335, 341, 337, 341, 338, 340, 340, 340, 341, 339, 342, 339, 344,  
337, 345, 337, 346, 336, 348, 336, 349, 335, 350, 335, 351, 334, 361, 334,  
362, 335, 379, 335, 380, 334, 382, 334, 383, 333, 384, 333, 385, 332, 386,  
332, 387, 331, 388, 331, 391, 328, 392, 328, 394, 326, 395, 326, 396, 325,  
397, 325, 398, 324, 399, 324, 401, 322, 402, 322, 413, 311, 413, 310, 416,  
307, 416, 306, 418, 304, 418, 303, 419, 302, 419, 301, 421, 299, 421, 296,  
423, 294, 423, 293, 425, 291, 425, 289, 427, 287, 427, 286, 428, 285, 428,  
284, 429, 283, 429, 281, 430, 280, 430, 279, 432, 277, 432, 276, 434, 274,  
434, 273, 435, 272, 435, 271, 436, 270, 436, 269, 438, 267, 438, 266, 439,  
265, 439, 264, 440, 263, 440, 262, 441, 261, 441, 260, 444, 257, 444, 256,  
445, 255, 445, 254, 446, 253, 446, 252, 447, 251, 447, 250, 448, 249, 448,  
247, 450, 245, 450, 241, 451, 240, 451, 239, 452, 238, 452, 234, 453, 233,  
453, 231, 454, 230, 454, 227, 455, 226, 455, 222, 456, 221, 456, 213, 457,  
212, 457, 200, 456, 199, 456, 186, 455, 185, 455, 174, 454, 173, 454, 169,

453, 168, 453, 164, 452, 163, 452, 160, 451, 159, 451, 156, 450, 155, 450, 152, 449, 151, 449, 149, 448, 148, 448, 145, 447, 144, 447, 143, 446, 142, 446, 140, 445, 139, 445, 137, 444, 136, 444, 135, 443, 134, 443, 133, 442, 132, 442, 131, 441, 130, 441, 129, 440, 128, 440, 127, 439, 126, 439, 125, 436, 122, 436, 121, 433, 118, 433, 117, 429, 113, 429, 112, 424, 107, 423, 107, 422, 106, 422, 105, 421, 105, 417, 101, 416, 101, 414, 99, 413, 99, 411, 97, 410, 97, 408, 95, 407, 95, 406, 94, 405, 94, 404, 93, 402, 93, 401, 92, 399, 92, 398, 91, 396, 91, 395, 90, 394, 90, 393, 89, 391, 89, 390, 88, 388, 88, 387, 87, 385, 87, 384, 86, 382, 86, 381, 85, 378, 85, 377, 84, 373, 84, 372, 83, 367, 83, 366, 82, 342, 82, 341, 81 ]

---



Fuji 1

[ 338, 103, 337, 104, 325, 104, 324, 105, 309, 105, 308, 106, 289, 106, 288, 107, 283, 107, 282, 108, 281, 108, 280, 109, 278, 109, 277, 110, 275, 110, 274, 111, 273, 111, 272, 112, 270, 112, 269, 113, 267, 113, 265, 115, 263, 115, 261, 117, 260, 117, 256, 121, 255, 121,

242, 134, 242, 135, 240, 137, 240, 138, 237, 141, 237, 142, 236, 143, 236, 144, 235, 145, 235, 146, 234, 147, 234, 148, 233, 149, 233, 150, 232, 151, 232, 152, 231, 153, 231, 155, 230, 156, 230, 157, 229, 158, 229, 160, 228, 161, 228, 163, 227, 164, 227, 165, 226, 166, 226, 170, 225, 171, 225, 173, 224, 174, 224, 177, 223, 178, 223, 182, 222, 183, 222, 189, 221, 190, 221, 196, 220, 197, 220, 225, 221, 226, 221, 234, 222, 235, 222, 242, 223, 243, 223, 247, 224, 248, 224, 250, 225, 251, 225, 254, 226, 255, 226, 258, 227, 259, 227, 261, 228, 262, 228, 263, 229, 264, 229, 267, 230, 268, 230, 270, 231, 271, 231, 272, 232, 273, 232, 274, 233, 275, 233, 277, 234, 278, 234, 279, 235, 280, 235, 281, 236, 282, 236, 283, 237, 284, 237, 285, 238, 286, 238, 287, 239, 288, 239, 289, 242, 292, 242, 293, 243, 294, 243, 295, 244, 296, 244, 297, 246, 299, 246, 300, 251, 305, 251, 306, 258, 313, 258, 314, 263, 319, 264, 319, 268, 323, 269, 323, 272, 326, 273, 326, 274, 327, 275, 327, 277, 329, 278, 329, 279, 330, 280, 330, 282, 332, 283, 332, 284, 333, 286, 333, 287, 334, 288, 334, 289, 335, 291, 335, 292, 336, 294, 336, 295, 337, 298, 337, 299, 338, 301, 338, 302, 339, 306, 339, 307, 340, 310, 340, 311, 341, 314, 341, 315, 342, 320, 342, 321, 343, 324, 343, 325, 344, 329, 344, 330, 345, 333, 345, 334, 346, 337, 346, 338, 347, 340, 347, 341, 348, 344, 348, 345, 349, 349, 349, 350, 350, 357, 350, 358, 351, 372, 351, 373, 352, 381, 352, 382, 353, 405, 353, 406, 352, 411, 352, 412, 351, 416, 351, 417, 350, 421, 350, 422, 349, 423, 349, 424, 348, 428, 348, 429, 347, 431, 347, 432, 346, 433, 346, 434, 345, 435, 345, 436, 344, 437, 344, 438, 343, 439, 343, 440, 342, 441, 342, 442, 341, 443, 341, 444, 340, 445, 340, 446, 339, 447, 339, 449, 337, 450, 337, 451, 336, 452, 336, 457, 331, 458, 331, 461, 328, 462, 328, 465, 325, 465, 324, 470, 319, 470, 318, 475, 313, 475,



312, 476, 311, 476, 310, 478, 308, 478, 307, 480, 305, 480, 304, 483, 301, 483, 300, 484, 299, 484, 298, 486, 296, 486, 295, 487, 294, 487, 293, 489, 291, 489, 289, 490, 288, 490, 287, 491, 286, 491, 284, 492, 283, 492, 282, 493, 281, 493, 279, 494, 278, 494, 277, 495, 276, 495, 273, 496, 272, 496, 270, 497, 269, 497, 267, 498, 266, 498, 264, 499, 263, 499, 260, 500, 259, 500, 257, 501, 256, 501, 253, 502, 252, 502, 247, 503, 246, 503, 230, 504, 229, 504, 227, 503, 226, 504, 225, 504, 222, 503, 221, 503, 210, 502, 209, 502, 201, 501, 200, 501, 196, 500, 195, 500, 191, 499, 190, 499, 188, 498, 187, 498, 183, 497, 182, 497, 180, 496, 179, 496, 177, 495, 176, 495, 174, 494, 173, 494, 172, 493, 171, 493, 169, 492, 168, 492, 167, 491, 166, 491, 164, 490, 163, 490, 162, 489, 161, 489, 160, 488, 159, 488, 158, 486, 156, 486, 155, 484, 153, 484, 152, 483, 151, 483, 150, 481, 148, 481, 147, 476, 142, 476, 141, 466, 131, 465, 131, 460, 126, 459, 126, 458, 125, 457, 125, 453, 121, 452, 121, 451, 120, 449, 120, 448, 119, 447, 119, 445, 117, 443, 117, 441, 115, 439, 115, 438, 114, 437, 114, 436, 113, 433, 113, 432, 112, 431, 112, 430, 111, 428, 111, 427, 110, 421, 110, 420, 109, 416, 109, 415, 108, 411, 108, 410, 107, 387, 107, 386, 106, 378, 106, 377, 105, 369, 105, 368, 104, 357, 104, 356, 103 ]

---



Red D 1

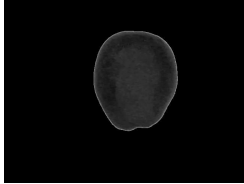
[ 321, 101, 320, 102, 316, 102, 315, 103, 313, 103, 312, 104, 309, 104, 308, 105, 306, 105, 305, 106, 303, 106, 302, 107, 301, 107, 300, 108, 299, 108, 298, 109, 297, 109, 295, 111, 294, 111, 293, 112, 292, 112, 291, 113, 290, 113, 287, 116, 286, 116, 283, 119, 282, 119, 277, 124, 276, 124, 259, 141, 258, 141, 254, 145, 254, 146, 245, 155, 245, 156, 227, 174, 226, 174, 225, 173, 221, 173, 220, 172, 217, 172, 216, 171, 213, 171, 212, 170, 206, 170, 205, 171, 204, 171, 204, 174, 203, 175, 203, 184, 204, 185, 204, 187, 205, 187, 206, 188, 211, 188, 212, 187, 213, 187, 214, 186, 217, 186, 218, 187, 217, 188, 217, 189, 216, 190, 216, 191, 215, 192, 215, 193, 214, 194, 214, 196, 213, 197, 213, 199, 212, 200, 212, 202, 211, 203, 211, 207, 210, 208, 210, 210, 209, 211, 209, 212, 208, 213, 208, 215, 207, 216, 207, 218, 205, 220, 205, 222, 204, 223, 204, 226, 203, 227, 203, 230, 202, 231, 202, 235, 201, 236, 201, 241, 200, 242, 200, 260, 201, 261, 201, 266, 202, 267, 202, 271, 203, 272, 203, 275, 204, 276, 204, 279, 205, 280, 205, 282, 206, 283, 206, 286, 207, 287, 207, 289, 208, 290, 208, 291, 209, 292, 209, 294, 210, 295, 210, 296, 211, 297, 211, 298, 212, 299, 212, 300, 213, 301, 213, 303, 214, 304, 214, 306, 216, 308, 216, 309, 217, 310, 217, 311, 219, 313, 219, 314, 221, 316, 221, 317, 222, 318, 222, 319, 225, 322, 225, 323, 227, 325, 227, 326, 229, 328, 229, 329, 231, 331, 231, 332, 233, 334, 233, 335, 238, 340, 238, 341, 252, 355, 253, 355, 259, 361, 260, 361, 262, 363, 263, 363, 266, 366, 267, 366, 269, 368, 270, 368, 272,

370, 273, 370, 274, 371, 275, 371, 276, 372, 277, 372, 278, 373, 279, 373,  
281, 375, 282, 375, 284, 377, 285, 377, 287, 379, 289, 379, 291, 381, 293,  
381, 294, 382, 295, 382, 297, 384, 299, 384, 300, 385, 301, 385, 302, 386,  
303, 386, 304, 387, 305, 387, 306, 388, 307, 388, 308, 389, 309, 389, 310,  
390, 311, 390, 312, 391, 313, 391, 314, 392, 315, 392, 316, 393, 317, 393,  
318, 394, 320, 394, 321, 395, 322, 395, 323, 396, 324, 396, 325, 397, 326,  
397, 327, 398, 328, 398, 330, 400, 331, 400, 332, 401, 334, 401, 335, 402,  
336, 402, 337, 403, 338, 403, 340, 405, 342, 405, 343, 406, 345, 406, 346,  
407, 347, 407, 349, 409, 351, 409, 352, 410, 354, 410, 355, 411, 356, 411,  
357, 412, 360, 412, 361, 413, 364, 413, 365, 414, 371, 414, 372, 415, 387,  
415, 388, 414, 391, 414, 392, 413, 395, 413, 396, 412, 397, 412, 399, 410,  
401, 410, 401, 409, 402, 408, 405, 408, 406, 407, 408, 407, 409, 406, 410,  
406, 411, 405, 414, 405, 416, 403, 418, 403, 419, 402, 421, 402, 422, 401,  
424, 401, 425, 400, 426, 400, 427, 399, 430, 399, 431, 398, 432, 398, 433,  
397, 434, 397, 435, 396, 436, 396, 437, 395, 438, 395, 439, 394, 440, 394,  
443, 391, 444, 391, 446, 389, 447, 389, 452, 384, 453, 384, 457, 380, 457,  
379, 459, 377, 459, 376, 460, 375, 460, 374, 461, 373, 461, 372, 462, 371,  
462, 370, 463, 369, 463, 367, 465, 365, 465, 363, 466, 362, 466, 361, 468,  
359, 468, 358, 469, 357, 469, 356, 470, 355, 470, 354, 471, 353, 471, 352,  
473, 350, 473, 349, 476, 346, 476, 345, 477, 344, 477, 343, 479, 341, 479,  
340, 480, 339, 480, 338, 481, 337, 481, 336, 482, 335, 482, 334, 484, 332,  
484, 330, 485, 329, 485, 328, 486, 327, 486, 325, 487, 324, 487, 322, 488,  
321, 488, 320, 489, 319, 489, 316, 490, 315, 490, 313, 491, 312, 491, 310,  
492, 309, 492, 308, 493, 307, 493, 305, 496, 302, 496, 301, 498, 299, 498,  
298, 499, 297, 499, 296, 500, 295, 500, 293, 501, 292, 501, 291, 502, 290,  
502, 286, 503, 285, 503, 283, 504, 282, 504, 269, 503, 268, 503, 262, 502,  
261, 502, 257, 501, 256, 501, 252, 500, 251, 500, 248, 499, 247, 499, 245,  
498, 244, 498, 243, 497, 242, 497, 240, 496, 239, 496, 238, 495, 237, 495,  
236, 494, 235, 494, 234, 493, 233, 493, 232, 491, 230, 491, 229, 490, 228,  
490, 227, 489, 226, 489, 225, 488, 224, 488, 223, 487, 222, 487, 221, 485,  
219, 485, 218, 484, 217, 484, 216, 482, 214, 482, 213, 481, 212, 481, 211,  
479, 209, 479, 208, 478, 207, 478, 206, 477, 205, 477, 204, 476, 203, 476,  
202, 475, 201, 475, 200, 474, 199, 474, 198, 473, 197, 473, 196, 471, 194,  
471, 193, 469, 191, 469, 190, 467, 188, 467, 187, 464, 184, 464, 183, 460,  
179, 460, 178, 457, 175, 457, 174, 454, 171, 454, 170, 450, 166, 450, 165,  
443, 158, 443, 157, 427, 141, 426, 141, 420, 135, 419, 135, 414, 130, 413,  
130, 410, 127, 409, 127, 406, 124, 405, 124, 403, 122, 402, 122, 400, 120,  
399, 120, 398, 119, 397, 119, 396, 118, 395, 118, 393, 116, 392, 116, 391,  
115, 390, 115, 389, 114, 388, 114, 387, 113, 386, 113, 385, 112, 383, 112,  
382, 111, 380, 111, 379, 110, 378, 110, 377, 109, 375, 109, 374, 108, 372,  
108, 371, 107, 369, 107, 368, 106, 365, 106, 364, 105, 361, 105, 360, 104,  
356, 104, 355, 103, 350, 103, 349, 102, 343, 102, 342, 101 ]

## LAMPIRAN-B

### Histogram Hue Data *Training*

%YAML:1.0



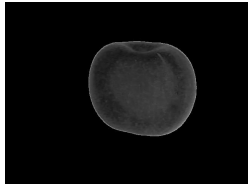
Anna 1: !!opencv-matrix; rows: 180; cols: 1; dt: f: 1

data: [ 0., 0., 0., 2.75265425e-01,  
2.75265425e-01, 5.50530851e-01,  
8.25796247e-01, 2.75265425e-01,  
2.20212340e+00, 2.75265431e+00,  
7.15690088e+00, 1.56901293e+01,

3.68855667e+01, 3.41329117e+01, 5.47778206e+01, 9.96460876e+01,  
1.15060951e+02, 0., 1.76720398e+02, 1.85253632e+02, 2.57648438e+02,  
3.49587097e+02, 3.04718811e+02, 3.93079041e+02, 3.22335815e+02,  
3.27015320e+02, 3.80692078e+02, 3.06645691e+02, 4.14549744e+02,  
3.22886353e+02, 4.86394012e+02, 3.47384979e+02, 4.99331482e+02,  
4.28588257e+02, 5.28784912e+02, 0., 5.26307495e+02, 6.34211548e+02,  
6.20998779e+02, 700., 5.10066833e+02, 6.43020020e+02,  
3.55918182e+02, 4.28863525e+02, 1.84703094e+02, 1.64883987e+02,  
1.00196617e+02, 8.97365265e+01, 4.81714478e+01, 6.57884369e+01,  
5.11993675e+01, 4.26661415e+01, 4.23908768e+01, 0., 4.65198555e+01,  
4.32166710e+01, 3.96382217e+01, 3.16555233e+01, 4.92725105e+01,  
2.42233582e+01, 3.96382217e+01, 2.36728268e+01, 3.13802586e+01,  
2.17459679e+01, 2.89028702e+01, 2.25717640e+01, 3.11049938e+01,  
2.20212345e+01, 2.42233582e+01, 1.62406597e+01, 2.17459679e+01, 0.,  
1.12858820e+01, 1.70664558e+01, 1.15611477e+01, 1.45890675e+01,  
1.29374752e+01, 9.35902405e+00, 1.15611477e+01, 9.63428974e+00,  
9.63428974e+00, 1.26622095e+01, 6.33110476e+00, 1.21116791e+01,  
9.35902405e+00, 1.23869438e+01, 6.88163567e+00, 8.53322792e+00,  
8.80849361e+00, 0., 1.04600859e+01, 5.78057384e+00, 1.04600859e+01,  
7.15690088e+00, 5.50530863e+00, 7.98269749e+00, 9.90955544e+00,  
8.53322792e+00, 9.63428974e+00, 7.70743179e+00, 9.63428974e+00,  
4.12898159e+00, 8.80849361e+00, 7.15690088e+00, 9.35902405e+00,  
7.43216658e+00, 7.15690088e+00, 0., 8.80849361e+00, 4.12898159e+00,  
9.90955544e+00, 7.98269749e+00, 6.60636997e+00, 6.88163567e+00,  
5.50530863e+00, 6.33110476e+00, 5.23004293e+00, 1.18364134e+01,  
1.32127399e+01, 7.15690088e+00, 1.01848211e+01, 1.07353516e+01,  
1.07353516e+01, 7.70743179e+00, 1.15611477e+01, 0., 1.34880056e+01,  
1.12858820e+01, 1.07353516e+01, 1.10106173e+01, 9.08375931e+00,  
7.98269749e+00, 1.18364134e+01, 1.07353516e+01, 7.43216658e+00,  
1.12858820e+01, 7.43216658e+00, 8.80849361e+00, 3.30318499e+00,  
8.25796318e+00, 5.50530863e+00, 6.33110476e+00, 4.12898159e+00, 0.,

6.33110476e+00, 2.75265431e+00, 4.67951202e+00, 1.92685795e+00,  
3.02791977e+00, 1.92685795e+00, 1.65159249e+00, 2.20212340e+00,  
1.10106170e+00, 1.10106170e+00, 1.37632716e+00, 8.25796247e-01,  
5.50530851e-01, 0., 0., 5.50530851e-01, 2.75265425e-01, 0., 0.,  
2.75265425e-01, 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 2.75265425e-01, 0., 0., 0., 0.,  
0., 0. ]

---



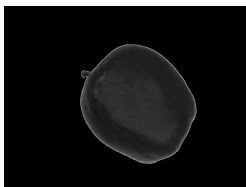
Fuji 1: !!opencv-matrix; rows: 180; cols: 1; dt: f.  
1

data: [ 0., 0., 0., 4.77001697e-01, 0., 0.,  
2.38500848e-01, 0., 2.38500848e-01,  
2.38500848e-01, 4.77001697e-01,  
9.54003394e-01, 7.15502560e-01,  
1.43100512e+00, 1.02555361e+01,

1.52640543e+01, 2.64735947e+01, 0., 2.55195904e+01, 2.57580910e+01,  
6.05792160e+01, 1.46439514e+02, 1.30936966e+02, 2.16797272e+02,  
1.53117538e+02, 2.46848373e+02, 2.19659286e+02, 2.43032364e+02,  
2.71890961e+02, 2.62589447e+02, 2.13458252e+02, 2.45655869e+02,  
2.72367981e+02, 2.25621796e+02, 2.46609879e+02, 0., 2.61873932e+02,  
2.61873932e+02, 2.40885864e+02, 2.21805786e+02, 2.78569000e+02,  
4.56967621e+02, 4.78671204e+02, 6.67325378e+02, 4.80102203e+02,  
5.49505981e+02, 3.94003387e+02, 700., 4.01158417e+02,  
6.71618408e+02, 4.74855194e+02, 5.17546814e+02, 3.52742767e+02, 0.,  
3.93287903e+02, 2.05587738e+02, 3.79216339e+02, 2.30391815e+02,  
3.00272583e+02, 1.40953995e+02, 1.50494034e+02, 8.49063034e+01,  
1.09710388e+02, 5.70017014e+01, 1.03270866e+02, 6.05792160e+01,  
8.84838181e+01, 4.74616699e+01, 4.62691650e+01, 3.45826225e+01,  
5.55706978e+01, 0., 1.95570698e+01, 4.93696747e+01, 3.07666092e+01,  
4.81771698e+01, 2.88586025e+01, 2.90971031e+01, 1.81260643e+01,  
1.90800686e+01, 2.21805782e+01, 3.00511074e+01, 2.14650764e+01,  
2.55195904e+01, 2.00340710e+01, 1.95570698e+01, 1.07325382e+01,  
1.81260643e+01, 1.12095394e+01, 0., 1.28790455e+01, 1.16865416e+01,  
1.97955704e+01, 8.10902882e+00, 1.66950588e+01, 8.34752941e+00,  
1.00170355e+01, 1.07325382e+01, 1.43100510e+01, 1.09710388e+01,  
1.07325382e+01, 9.77853489e+00, 9.30153275e+00, 7.63202715e+00,  
1.00170355e+01, 6.20102215e+00, 8.58603096e+00, 0., 6.43952274e+00,  
1.12095394e+01, 1.07325382e+01, 6.91652441e+00, 9.54003429e+00,  
7.87052822e+00, 9.06303215e+00, 9.30153275e+00, 8.34752941e+00,  
1.14480410e+01, 1.28790455e+01, 6.20102215e+00, 1.19250422e+01,  
1.16865416e+01, 1.02555361e+01, 8.34752941e+00, 1.33560476e+01, 0.,  
1.02555361e+01, 1.40715504e+01, 1.16865416e+01, 1.31175470e+01,  
9.06303215e+00, 9.06303215e+00, 7.39352608e+00, 7.87052822e+00,  
6.67802382e+00, 7.39352608e+00, 7.39352608e+00, 5.48551941e+00,

5.24701881e+00, 5.96252108e+00, 6.20102215e+00, 5.72402048e+00,  
3.33901191e+00, 0., 5.96252108e+00, 5.48551941e+00, 5.24701881e+00,  
4.05451441e+00, 4.53151608e+00, 4.77001715e+00, 3.10051107e+00,  
4.29301548e+00, 5.48551941e+00, 1.90800679e+00, 4.77001715e+00,  
2.14650774e+00, 2.14650774e+00, 1.90800679e+00, 2.62350941e+00,  
2.38500857e+00, 1.19250429e+00, 0., 4.77001697e-01, 7.15502560e-01,  
7.15502560e-01, 2.38500848e-01, 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.,  
0. ]

---



Red D 1: !!opencv-matrix; rows: 180; cols: 1; dt:  
f: 1

data: [ 1.24223605e-01, 1.24223605e-01,  
2.48447210e-01, 1.24223605e-01,  
3.72670829e-01, 3.72670829e-01,  
6.21118009e-01, 2.48447210e-01,  
2.48447210e-01, 4.96894419e-01,

7.45341659e-01, 8.69565248e-01, 1.11801243e+00, 1.73913050e+00,  
1.82608700e+01, 2.99378891e+01, 1.16273293e+02, 0., 8.99378891e+01,  
2.56149078e+02, 1.63975159e+02, 3.96397522e+02, 3.72795044e+02,  
700., 2.91304352e+02, 3.57391296e+02, 1.52795029e+02,  
2.80124237e+02, 2.19627335e+02, 2.30683228e+02, 2.08819885e+02,  
2.63726715e+02, 1.88447205e+02, 1.79751556e+02, 2.46832306e+02, 0.,  
3.72173920e+02, 2.82732910e+02, 4.68695648e+02, 2.64844727e+02,  
5.21863342e+02, 1.76273300e+02, 2.98260864e+02, 1.85714294e+02,  
1.28944107e+02, 1.05590065e+02, 6.08695679e+01, 5.86335411e+01,  
2.88198757e+01, 6.60869598e+01, 4.03726730e+01, 3.97515526e+01,  
3.32919273e+01, 0., 3.95031052e+01, 2.90683231e+01, 1.93788815e+01,  
2.68322983e+01, 2.39751549e+01, 1.85093174e+01, 2.09937897e+01,  
1.67701874e+01, 1.82608700e+01, 1.14285717e+01, 1.86335411e+01,  
1.19254665e+01, 1.98757763e+01, 1.06832304e+01, 1.66459637e+01,  
9.93788815e+00, 1.13043480e+01, 0., 5.83850956e+00, 1.13043480e+01,  
7.82608700e+00, 1.24223604e+01, 9.31677055e+00, 9.31677055e+00,  
5.09316778e+00, 8.07453442e+00, 6.21118021e+00, 8.44720554e+00,  
5.59006214e+00, 9.56521797e+00, 5.34161520e+00, 6.45962763e+00,  
4.96894407e+00, 5.96273327e+00, 3.85093164e+00, 0., 4.72049713e+00,  
3.97515535e+00, 5.59006214e+00, 5.09316778e+00, 5.09316778e+00,  
3.72670817e+00, 3.35403728e+00, 4.59627342e+00, 3.47826099e+00,  
2.85714293e+00, 5.71428585e+00, 3.10559011e+00, 3.72670817e+00,  
3.35403728e+00, 3.85093164e+00, 3.72670817e+00, 4.34782600e+00, 0.,  
4.47204971e+00, 3.35403728e+00, 4.72049713e+00, 3.72670817e+00,  
4.09937906e+00, 2.85714293e+00, 4.84472036e+00, 4.09937906e+00,  
3.10559011e+00, 3.60248446e+00, 3.97515535e+00, 3.35403728e+00,  
3.97515535e+00, 2.23602486e+00, 3.10559011e+00, 4.22360277e+00,

4.84472036e+00, 0., 2.98136663e+00, 3.35403728e+00, 4.47204971e+00,  
4.34782600e+00, 3.60248446e+00, 3.22981381e+00, 2.98136663e+00,  
6.08695650e+00, 3.10559011e+00, 6.33540392e+00, 5.21739149e+00,  
5.71428585e+00, 2.48447204e+00, 5.46583843e+00, 4.09937906e+00,  
6.45962763e+00, 6.83229828e+00, 0., 7.82608700e+00, 3.97515535e+00,  
7.08074570e+00, 4.34782600e+00, 6.21118021e+00, 6.08695650e+00,  
6.58385086e+00, 5.83850956e+00, 4.72049713e+00, 4.47204971e+00,  
4.84472036e+00, 4.09937906e+00, 4.84472036e+00, 3.47826099e+00,  
3.97515535e+00, 3.47826099e+00, 4.59627342e+00, 0., 1.24223602e+00,  
2.73291922e+00, 1.98757768e+00, 2.48447204e+00, 1.61490691e+00,  
1.36645961e+00, 7.45341659e-01, 4.96894419e-01, 9.93788838e-01,  
6.21118009e-01, 1.11801243e+00, 4.96894419e-01, 7.45341659e-01,  
2.48447210e-01, 2.48447210e-01, 3.72670829e-01, 2.48447210e-01, 0. ]

## LAMPIRAN-C

### Hasil Pengujian

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_11	
Red D 2: 9.6343225240707397e-01	Fuji 7: 1.5519761480391026e-02
Red D 7: 9.6307945251464844e-01	Fuji 10: 1.9881868734955788e-02
Red D 3: 9.5013350248336792e-01	Fuji 5: 2.3172177374362946e-02
Red D 5: 9.3741041421890259e-01	Red D 5: 2.9661551117897034e-02
Re D 10: 9.3246185779571533e-01	Red D 2: 4.1688878089189529e-02
sampel: rdel_12	
Red D 9: 9.0686690807342529e-01	Fuji 2: 1.7455795779824257e-02
Red D 8: 8.8291025161743164e-01	Fuji 7: 1.8323006108403206e-02
Red D 5: 8.8106834888458252e-01	Anna 7: 2.2340439260005951e-02
Re D 10: 8.6368793249130249e-01	Anna 4: 2.6895379647612572e-02
Red D 7: 8.5938364267349243e-01	Anna 6: 2.8260413557291031e-02
sampel: rdel_13	
Red D 5: 9.7653526067733765e-01	Anna 6: 2.0600970834493637e-02
Red D 3: 9.6296167373657227e-01	Red D 3: 2.2898057475686073e-02
Red D 7: 9.6120840311050415e-01	Anna 7: 2.3721488192677498e-02
Red D 1: 9.5696717500686646e-01	Anna 2: 2.5680134072899818e-02
Red D 8: 9.2659491300582886e-01	Red D 8: 3.3881377428770065e-02
sampel: rdel_14	
Red D 2: 9.0200781822204590e-01	Anna 1: 1.1248774826526642e-02
Anna 9: 9.0075778961181641e-01	Anna 2: 1.9002875313162804e-02
Anna 6: 8.9997625350952148e-01	Red D 6: 2.2151360288262367e-02
Re D 10: 8.9342498779296875e-01	Anna 3: 2.4236436933279037e-02
Anna 10: 8.9096510410308838e-01	Anna 8: 3.1203731894493103e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_15	
Red D 3: 9.7263729572296143e-01	Anna 6: 1.0471262037754059e-02
Red D 5: 9.3595933914184570e-01	Anna 7: 1.3591780327260494e-02
Red D 1: 9.2486119270324707e-01	Red D 3: 2.7887433767318726e-02
Red D 8: 8.9360630512237549e-01	Anna 2: 3.7125036120414734e-02
Red D 7: 8.8999229669570923e-01	Fuji 2: 3.9572652429342270e-02
sampel: rdel_16	
Red D 3: 9.6686613559722900e-01	Fuji 5: 7.4316835962235928e-03
Red D 5: 9.2622023820877075e-01	Fuji 7: 1.6950374469161034e-02
Red D 7: 9.1851592063903809e-01	Red D 2: 2.5508493185043335e-02
Red D 2: 9.0183413028717041e-01	Fuji 3: 3.2132480293512344e-02
Re D 10: 8.6348903179168701e-01	Anna 10: 3.7373170256614685e-02
sampel: rdel_17	
Red D 1: 9.5846444368362427e-01	Anna 7: 1.0192268528044224e-02
Red D 3: 9.3161094188690186e-01	Anna 6: 1.6112241894006729e-02
Red D 5: 8.8630515336990356e-01	Fuji 7: 2.9628630727529526e-02
Red D 7: 8.7231504917144775e-01	Fuji 2: 3.6108069121837616e-02
Red D 8: 8.3687812089920044e-01	Anna 2: 4.3944567441940308e-02
sampel: rdel_18	
Red D 3: 9.3668031692504883e-01	Anna 7: 9.2606879770755768e-03
Red D 5: 8.9104473590850830e-01	Fuji 2: 1.1645735241472721e-02
Red D 7: 8.5005646944046021e-01	Anna 6: 1.5180662274360657e-02
Red D 8: 8.3691906929016113e-01	Anna 10: 2.4451600387692451e-02
Red D 2: 8.3079057931900024e-01	Re D 10: 3.3190891146659851e-02



Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_19	
Red D 8: 9.6796900033950806e-01	Fuji 7: 1.8732484430074692e-02
Red D 4: 9.3004173040390015e-01	Fuji 5: 3.5754803568124771e-02
Red D 9: 9.0734869241714478e-01	Anna 7: 3.8161978125572205e-02
Red D 5: 8.9837712049484253e-01	Fuji 2: 4.1935231536626816e-02
Anna 1: 8.9418286085128784e-01	Red D 4: 4.6349562704563141e-02
sampel: rdel_20	
Red D 8: 9.7078067064285278e-01	Anna 7: 3.1625707633793354e-03
Red D 9: 9.5569318532943726e-01	Anna 10: 4.4321180321276188e-03
Red D 4: 9.2482143640518188e-01	Anna 6: 9.0825445950031281e-03
Anna 2: 9.0954577922821045e-01	Re D 10: 1.3936021365225315e-02
Red D 5: 9.0377622842788696e-01	Fuji 9: 2.0988442003726959e-02
sampel: rdel_21	
Red D 1: 9.5229345560073853e-01	Anna 1: 1.1786008253693581e-02
Red D 5: 9.5201891660690308e-01	Red D 6: 1.2723608873784542e-02
Red D 8: 9.5075637102127075e-01	Anna 3: 1.3133559376001358e-02
Red D 3: 9.2943108081817627e-01	Red D 9: 1.7432030290365219e-02
Red D 7: 9.1878724098205566e-01	Anna 2: 1.8457505851984024e-02
sampel: rdel_22	
Red D 5: 9.5994573831558228e-01	Anna 7: 4.1526025161147118e-03
Red D 8: 9.4406843185424805e-01	Anna 6: 9.9734254181385040e-03
Red D 3: 9.1755086183547974e-01	Fuji 2: 1.4980886131525040e-02
Red D 7: 9.1017764806747437e-01	Anna 10: 1.6579270362854004e-02
Red D 4: 8.9953088760375977e-01	Red D 7: 2.7712611481547356e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_23	
Red D 5: 9.5540362596511841e-01	Red D 2: 8.9187733829021454e-03
Red D 3: 9.4900977611541748e-01	Fuji 3: 1.5307137742638588e-02
Red D 7: 9.4824004173278809e-01	Fuji 5: 2.7306078001856804e-02
Red D 2: 9.2654359340667725e-01	Fuji 4: 3.0502948909997940e-02
Re D 10: 9.0520352125167847e-01	Fuji 7: 3.8417827337980270e-02
sampel: rdel_24	
Red D 3: 9.2663115262985229e-01	Fuji 7: 3.0260335188359022e-04
Red D 2: 9.2015498876571655e-01	Fuji 4: 2.3637970443814993e-03
Red D 7: 9.0142047405242920e-01	Anna 6: 3.0351118184626102e-03
Red D 5: 8.9450788497924805e-01	Anna 7: 4.4348398223519325e-03
Red D 6: 8.9164441823959351e-01	Red D 4: 9.6738850697875023e-03
sampel: rdel_25	
Red D 2: 9.2854827642440796e-01	Anna 2: 1.5768339857459068e-02
Red D 7: 9.2007762193679810e-01	Fuji 6: 2.4885617196559906e-02
Red D 4: 9.1698032617568970e-01	Anna 9: 2.7264615520834923e-02
Red D 6: 9.1561591625213623e-01	Anna 1: 2.7550842612981796e-02
Red D 3: 9.1238427162170410e-01	Anna 8: 2.9090570285916328e-02
sampel: rdel_26	
Red D 7: 9.6892005205154419e-01	Fuji 7: 1.2385842390358448e-02
Red D 2: 9.6520060300827026e-01	Anna 7: 3.1815335154533386e-02
Red D 5: 9.5941710472106934e-01	Fuji 2: 3.4835726022720337e-02
Red D 3: 9.4728952646255493e-01	Anna 6: 3.7735309451818466e-02
Re D 10: 9.3628507852554321e-01	Red D 4: 5.1943343132734299e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_27	
Red D 1: 9.5132404565811157e-01	Fuji 5: 9.8410723730921745e-03
Red D 8: 9.3989944458007813e-01	Red D 2: 1.7223328351974487e-02
Red D 5: 9.3258863687515259e-01	Fuji 3: 2.0291721448302269e-02
Red D 9: 9.1335868835449219e-01	Fuji 7: 2.2151410579681396e-02
Red D 3: 9.1094970703125000e-01	Anna 7: 4.5619253069162369e-02
sampel: rdel_28	
Red D 2: 9.1060870885848999e-01	Fuji 4: 9.9508855491876602e-03
Red D 3: 8.8828086853027344e-01	Red D 4: 3.1166655942797661e-02
Red D 7: 8.7961107492446899e-01	Fuji 8: 5.46510219573797461e-02
Red D 6: 8.7253803014755249e-01	Red D 2: 5.5571097880601883e-02
Red D 5: 8.6804240942001343e-01	Fuji 3: 7.1168191730976105e-02
sampel: rdel_29	
Red D 1: 9.4786530733108521e-01	Anna 6: 5.1725618541240692e-03
Red D 8: 9.1922420263290405e-01	Anna 7: 8.2930801436305046e-03
Red D 5: 9.1467124223709106e-01	Anna 10: 1.3052354566752911e-02
Red D 3: 9.1047894954681396e-01	Re D 10: 1.3495333492755890e-02
Red D 7: 8.6519575119018555e-01	Fuji 9: 1.9938750192523003e-02
sampel: rdel_30	
Red D 5: 9.4391435384750366e-01	Red D 9: 9.3601578846573830e-03
Red D 8: 8.9083051681518555e-01	Anna 3: 1.3658628799021244e-02
Red D 4: 8.8744908571243286e-01	Red D 6: 1.4068579301238060e-02
Red D 3: 8.7449765205383301e-01	Anna 2: 2.2100321948528290e-02
Red D 7: 8.7262195348739624e-01	Red D 7: 2.3395020514726639e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_31	
Red D 1: 9.4324707984924316e-01	Fuji 3: 1.9904671236872673e-02
Red D 3: 9.3287569284439087e-01	Fuji 7: 2.6548476889729500e-02
Red D 5: 9.1323083639144897e-01	Fuji 10: 2.9714560136198997e-02
Red D 7: 8.7186694145202637e-01	Red D 2: 3.4307319670915604e-02
Red D 8: 8.5890096426010132e-01	Fuji 5: 3.7777293473482132e-02
sampel: rdel_32	
Red D 5: 9.4457334280014038e-01	Anna 1: 1.6871565952897072e-02
Red D 4: 8.8887423276901245e-01	Anna 2: 1.8347067758440971e-02
Red D 7: 8.8748931884765625e-01	Red D 6: 1.8959272652864456e-02
Red D 8: 8.8710236549377441e-01	Anna 3: 2.1044349297881126e-02
Red D 9: 8.7413924932479858e-01	Fuji 6: 2.4196928367018700e-02
sampel: rdel_33	
Red D 3: 9.2685645818710327e-01	Red D 9: 1.2132594361901283e-02
Red D 2: 9.2360711097717285e-01	Anna 6: 1.5999598428606987e-02
Red D 5: 9.1719329357147217e-01	Anna 3: 1.6431065276265144e-02
Red D 7: 9.1474801301956177e-01	Red D 7: 1.6526496037840843e-02
Red D 6: 9.0002793073654175e-01	Red D 6: 1.7185220494866371e-02
sampel: rdel_34	
Red D 9: 9.5202231407165527e-01	Anna 2: 6.8787387572228909e-03
Red D 5: 9.5105445384979248e-01	Anna 1: 1.5111077576875687e-02
Red D 8: 9.3604332208633423e-01	Anna 8: 1.8127741292119026e-02
Red D 7: 9.0522927045822144e-01	Red D 6: 2.6826949790120125e-02
Re D 10: 8.8847762346267700e-01	Red D 9: 3.3359508961439133e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_35	
Red D 5: 9.7943180799484253e-01	Anna 2: 4.0114566683769226e-02
Red D 7: 9.5303213596343994e-01	Anna 8: 4.0383134037256241e-02
Red D 8: 9.3494528532028198e-01	Anna 1: 5.2858717739582062e-02
Red D 9: 9.2361849546432495e-01	Red D 6: 6.4574591815471649e-02
Red D 3: 9.2332035303115845e-01	Red D 9: 7.1107149124145508e-02
sampel: rdel_36	
Red D 7: 9.4483941793441772e-01	Fuji 7: 6.7292447201907635e-03
Re D 10: 9.2869603633880615e-01	Fuji 5: 8.0976784229278564e-03
Red D 1: 9.2860221862792969e-01	Anna 4: 2.8755782172083855e-02
Red D 5: 9.2828768491744995e-01	Fuji 10: 2.9461761936545372e-02
Red D 3: 9.2266047000885010e-01	Anna 7: 3.1664904206991196e-02
sampel: rdel_37	
Red D 8: 8.8963890075683594e-01	Anna 7: 6.3628801144659519e-03
Red D 5: 8.8280123472213745e-01	Anna 6: 1.2282853946089745e-02
Red D 4: 8.5660904645919800e-01	Fuji 2: 1.6060497611761093e-02
Red D 9: 8.3032059669494629e-01	Anna 10: 2.2029997780919075e-02
Anna 1: 8.0716598033905029e-01	Re D 10: 3.0629107728600502e-02
sampel: rdel_38	
Red D 1: 9.4360905885696411e-01	Anna 7: 1.2130174785852432e-02
Red D 9: 9.4172388315200806e-01	Anna 10: 1.5082693658769131e-02
Red D 7: 9.0250408649444580e-01	Anna 6: 1.8050149083137512e-02
Red D 8: 8.9362251758575439e-01	Re D 10: 1.8191382288932800e-02
Anna 1: 8.9192509651184082e-01	Red D 7: 2.0725611597299576e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_39	
Anna 1: 9.7113049030303955e-01	Fuji 7: 8.4897708147764206e-03
Red D 4: 9.7111994028091431e-01	Fuji 2: 1.9302323460578918e-02
Red D 9: 9.6728044748306274e-01	Anna 7: 2.1644098684191704e-02
Red D 6: 9.4554531574249268e-01	Anna 4: 2.3845506832003593e-02
Red D 2: 9.4460207223892212e-01	Fuji 5: 2.5291321799159050e-02
sampel: rdel_40	
Red D 9: 9.7171342372894287e-01	Fuji 7: 1.5257354825735092e-02
Red D 8: 9.6309083700180054e-01	Fuji 5: 2.3718930780887604e-02
Red D 4: 9.5068907737731934e-01	Fuji 2: 3.2200533896684647e-02
Anna 1: 9.4199776649475098e-01	Anna 7: 3.5889670252799988e-02
Red D 5: 9.3714809417724609e-01	Red D 4: 4.0932815521955490e-02
sampel: rdel_41	
Red D 7: 9.6433132886886597e-01	Anna 7: 1.1708197183907032e-02
Red D 1: 9.6404558420181274e-01	Fuji 2: 1.7266415059566498e-02
Red D 3: 9.3832933902740479e-01	Anna 6: 1.7628170549869537e-02
Re D 10: 9.3529671430587769e-01	Fuji 7: 2.3853775113821030e-02
Red D 5: 9.2655462026596069e-01	Anna 4: 4.1432905942201614e-02
sampel: rdel_42	
Red D 3: 9.8074543476104736e-01	Fuji 5: 1.6873339191079140e-02
Red D 5: 9.6346390247344971e-01	Fuji 7: 2.0391538739204407e-02
Red D 1: 9.4147312641143799e-01	Red D 2: 2.2617433220148087e-02
Red D 7: 9.3592005968093872e-01	Fuji 3: 2.9241422191262245e-02
Red D 8: 9.1973465681076050e-01	Fuji 2: 4.1084963828325272e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_43	
Red D 5: 9.3061393499374390e-01	Anna 7: 7.9631702974438667e-03
Red D 3: 9.1993314027786255e-01	Anna 6: 1.3883144594728947e-02
Red D 8: 8.6935275793075562e-01	Fuji 7: 3.0747044831514359e-02
Red D 7: 8.6609435081481934e-01	Fuji 2: 3.5626076161861420e-02
Red D 4: 8.4457981586456299e-01	Anna 10: 4.2233705520629883e-02
sampel: rdel_44	
Red D 8: 9.4444525241851807e-01	Anna 2: 5.6569511070847511e-03
Red D 4: 9.4218337535858154e-01	Anna 8: 2.3509506136178970e-02
Anna 1: 9.2150557041168213e-01	Anna 3: 2.5853745639324188e-02
Red D 9: 9.1480076313018799e-01	Red D 9: 2.6074519380927086e-02
Red D 5: 9.0900099277496338e-01	Red D 6: 3.3656422048807144e-02
sampel: rdel_45	
Anna 1: 9.4781386852264404e-01	Anna 2: 2.3590289056301117e-02
Red D 8: 9.4708794355392456e-01	Anna 8: 2.8531072661280632e-02
Red D 4: 9.3062341213226318e-01	Anna 1: 3.8682192564010620e-02
Red D 9: 9.0790581703186035e-01	Anna 3: 4.5463170856237411e-02
Red D 1: 8.9934104681015015e-01	Red D 9: 4.9910657107830048e-02
sampel: rdel_46	
Red D 8: 9.6472394466400146e-01	Anna 4: 1.1757700704038143e-02
Red D 4: 9.6210432052612305e-01	Anna 7: 1.6485674306750298e-02
Red D 5: 9.5979177951812744e-01	Fuji 2: 2.0883943885564804e-02
Red D 9: 9.3297505378723145e-01	Re D 10: 2.0954560488462448e-02
Anna 1: 9.1881197690963745e-01	Anna 10: 2.1030513569712639e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: rdel_47	
Red D 8: 9.3747687339782715e-01	Anna 2: 1.0902947746217251e-02
Red D 5: 9.1979408264160156e-01	Anna 8: 2.6165323331952095e-02
Red D 9: 9.0200185775756836e-01	Red D 9: 3.0866354703903198e-02
Red D 4: 8.8107001781463623e-01	Anna 3: 3.1553901731967926e-02
Red D 7: 8.6315155029296875e-01	Red D 6: 3.9356581866741180e-02
sampel: rdel_48	
Red D 8: 9.2347031831741333e-01	Fuji 7: 1.8129758536815643e-02
Red D 9: 9.2122226953506470e-01	Fuji 10: 2.3742210119962692e-02
Red D 5: 8.8473623991012573e-01	Fuji 5: 3.3313635736703873e-02
Red D 7: 8.5397821664810181e-01	Red D 5: 3.7311863154172897e-02
Re D 10: 8.4879010915756226e-01	Anna 7: 4.0868122130632401e-02
sampel: rdel_49	
Red D 2: 9.1405469179153442e-01	Anna 1: 1.0074440389871597e-02
Red D 5: 8.9932161569595337e-01	Anna 2: 1.0532992891967297e-02
Red D 3: 8.9565688371658325e-01	Red D 6: 2.1790312603116035e-02
Red D 7: 8.8672912120819092e-01	Anna 8: 2.2390814498066902e-02
Red D 6: 8.6571389436721802e-01	Red D 9: 2.8322873637080193e-02



Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_11	
Fuji 3: 9.8427218198776245e-01	Red D 5: 5.5338651873171329e-03
Fuji 8: 9.7700726985931396e-01	Fuji 10: 6.7872400395572186e-03
Fuji 9: 9.5600616931915283e-01	Fuji 7: 8.4234997630119324e-03
Fuji 1: 9.4507235288619995e-01	Anna 4: 9.0517345815896988e-03
Fuji 5: 9.3666195869445801e-01	Anna 7: 1.9270468503236771e-02
sampel: fuji_12	
Fuji 7: 9.8576486110687256e-01	Anna 7: 6.8366890773177147e-03
Fuji 10: 9.7346860170364380e-01	Anna 10: 7.5061838142573833e-03
Fuji 3: 9.6875667572021484e-01	Fuji 2: 7.8754825517535210e-03
Fuji 9: 9.5645517110824585e-01	Red D 1: 8.1349769607186317e-03
Fuji 5: 9.3047106266021729e-01	Anna 5: 9.5750978216528893e-03
sampel: fuji_13	
Fuji 8: 9.8560309410095215e-01	Anna 7: 9.6730561926960945e-03
Fuji 4: 9.7336673736572266e-01	Anna 6: 1.2793574482202530e-02
Fuji 3: 9.6810710430145264e-01	Red D 5: 1.4953057281672955e-02
Fuji 5: 9.6135044097900391e-01	Anna 5: 1.5788240358233452e-02
Fuji 1: 9.5721960067749023e-01	Fuji 7: 1.8020911142230034e-02
sampel: fuji_14	
Fuji 3: 9.7754788398742676e-01	Fuji 1: 1.0341240558773279e-03
Fuji 8: 9.7147601842880249e-01	Anna 9: 2.8758372645825148e-03
Fuji 9: 9.6134984493255615e-01	Anna 6: 3.3368917647749186e-03
Fuji 7: 9.5195162296295166e-01	Fuji 9: 4.2196684516966343e-03
Fuji 10: 9.3588560819625854e-01	Red D 1: 5.4292357526719570e-03

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_15	
Fuji 9: 9.5481246709823608e-01	Anna 6: 6.2860841862857342e-03
Fuji 3: 9.1588741540908813e-01	Fuji 1: 6.9198776036500931e-03
Fuji 7: 9.1505259275436401e-01	Anna 9: 8.7519763037562370e-03
Fuji 2: 9.0855324268341064e-01	Red D 1: 9.3097323551774025e-03
Fuji 1: 8.8437002897262573e-01	Anna 5: 1.7967142164707184e-02
sampel: fuji_16	
Fuji 3: 9.5650047063827515e-01	Fuji 4: 1.4675571583211422e-02
Fuji 9: 9.4484502077102661e-01	Fuji 8: 1.7030522227287292e-02
Fuji 7: 9.4069397449493408e-01	Fuji 3: 3.9376169443130493e-02
Fuji 8: 9.3851041793823242e-01	Red D 2: 4.5381683856248856e-02
Fuji 10: 9.2062491178512573e-01	Fuji 10: 5.4378464818000793e-02
sampel: fuji_17	
Fuji 10: 9.8149716854095459e-01	Fuji 3: 3.1911276164464653e-04
Fuji 7: 9.8014950752258301e-01	Fuji 4: 6.1411189381033182e-04
Fuji 3: 9.7453695535659790e-01	Fuji 8: 9.6203613793477416e-04
Fuji 9: 9.5531284809112549e-01	Fuji 7: 2.0522885024547577e-03
Fuji 1: 9.4374209642410278e-01	Fuji 10: 2.5090398266911507e-03
sampel: fuji_18	
Fuji 2: 9.6128320693969727e-01	Fuji 4: 1.9934443116653711e-04
Fuji 9: 7.6858502626419067e-01	Fuji 3: 1.1325691593810916e-03
Fuji 7: 7.0714557170867920e-01	Fuji 8: 1.7754924483597279e-03
Fuji 3: 6.7231637239456177e-01	Fuji 7: 2.8657449875026941e-03
Fuji 10: 6.5530008077621460e-01	Fuji 10: 3.3224960789084435e-03

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_19	
Fuji 2: 9.5796918869018555e-01	Fuji 4: 9.4156683189794421e-04
Fuji 9: 8.5499221086502075e-01	Fuji 7: 1.7248336225748062e-03
Fuji 7: 8.1487786769866943e-01	Fuji 10: 3.6430833861231804e-03
Fuji 3: 7.7299100160598755e-01	Anna 6: 4.4573419727385044e-03
Fuji 10: 7.7225971221923828e-01	Anna 7: 5.8570699766278267e-03
sampel: fuji_20	
Fuji 9: 9.2685520648956299e-01	Fuji 3: 1.2532474938780069e-03
Fuji 7: 9.1012227535247803e-01	Red D 2: 6.7351977340877056e-03
Fuji 10: 8.7997406721115112e-01	Fuji 5: 1.9070627167820930e-02
Fuji 2: 8.7852656841278076e-01	Red D 4: 2.4560898542404175e-02
Fuji 3: 8.7257266044616699e-01	Fuji 7: 2.9730493202805519e-02
sampel: fuji_21	
Fuji 2: 8.9686727523803711e-01	Fuji 5: 4.0759975090622902e-03
Fuji 9: 6.3953012228012085e-01	Fuji 7: 1.2261976487934589e-02
Fuji 7: 5.7070463895797729e-01	Fuji 10: 1.3898235745728016e-02
Fuji 3: 5.1479798555374146e-01	Fuji 3: 1.8721764907240868e-02
Fuji 10: 5.1367515325546265e-01	Red D 2: 2.5055089965462685e-02
sampel: fuji_22	
Fuji 2: 9.6037620306015015e-01	Fuji 8: 6.0152844525873661e-03
Fuji 9: 8.2201278209686279e-01	Fuji 4: 9.5831975340843201e-03
Fuji 3: 7.5969672203063965e-01	Red D 4: 1.7649408429861069e-02
Fuji 7: 7.3690962791442871e-01	Red D 2: 2.1518236026167870e-02
Fuji 1: 7.0564645528793335e-01	Fuji 5: 4.4229187071323395e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_23	
Fuji 2: 9.5712471008300781e-01	Fuji 4: 1.3277458958327770e-02
Fuji 9: 8.0528140068054199e-01	Fuji 8: 1.4626419171690941e-02
Fuji 7: 7.3916572332382202e-01	Fuji 3: 2.5319889187812805e-02
Fuji 3: 7.1070539951324463e-01	Red D 2: 3.1943876296281815e-02
Fuji 10: 6.8999171257019043e-01	Fuji 7: 5.1194790750741959e-02
sampel: fuji_24	
Fuji 2: 9.4080847501754761e-01	Fuji 3: 2.1580285392701626e-03
Fuji 9: 8.6378729343414307e-01	Red D 2: 4.4280015863478184e-03
Fuji 3: 7.9402041435241699e-01	Fuji 5: 2.1559529006481171e-02
Fuji 7: 7.8139328956604004e-01	Red D 4: 2.2253701463341713e-02
Fuji 1: 7.3827874660491943e-01	Fuji 7: 3.2219395041465759e-02
sampel: fuji_25	
Fuji 2: 9.6099579334259033e-01	Fuji 8: 1.0382018983364105e-02
Fuji 9: 7.2747963666915894e-01	Red D 4: 1.2237628921866417e-02
Fuji 7: 6.5546244382858276e-01	Fuji 4: 1.4994977973401546e-02
Fuji 3: 6.2511891126632690e-01	Red D 2: 1.6106456518173218e-02
Fuji 10: 6.0290294885635376e-01	Fuji 5: 3.8817405700683594e-02
sampel: fuji_26	
Fuji 9: 9.4633805751800537e-01	Red D 4: 1.0818224400281906e-02
Fuji 2: 8.6139392852783203e-01	Red D 2: 1.0952127166092396e-02
Fuji 7: 8.4561824798583984e-01	Fuji 3: 1.3593506999313831e-02
Fuji 3: 8.4006464481353760e-01	Fuji 8: 1.4526811428368092e-02
Fuji 8: 8.1140190362930298e-01	Fuji 5: 3.3663075417280197e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_27	
Fuji 2: 9.3289935588836670e-01	Fuji 4: 3.3259994816035032e-03
Fuji 9: 8.6733263731002808e-01	Fuji 8: 8.8203391060233116e-03
Fuji 7: 7.8507089614868164e-01	Red D 4: 2.9398906975984573e-02
Fuji 3: 7.8280568122863770e-01	Red D 2: 3.3267732709646225e-02
Fuji 10: 7.4031537771224976e-01	Fuji 5: 5.5978685617446899e-02
sampel: fuji_28	
Anna 2: 4.3698835372924805e-01	Anna 2: 7.7706851959228516e+00
Red D 8: 4.0943634510040283e-01	Anna 6: 7.7973566055297852e+00
Red D 9: 4.0489766001701355e-01	Anna 7: 7.8032765388488770e+00
Fuji 1: 4.0326488018035889e-01	Fuji 7: 7.8227062225341797e+00
Red D 4: 3.9381140470504761e-01	Red D 3: 9.0685997009277344e+00
sampel: fuji_29	
Fuji 9: 9.2134308815002441e-01	Red D 2: 2.7723698876798153e-03
Fuji 2: 9.1800862550735474e-01	Fuji 3: 3.8136604707688093e-03
Fuji 7: 8.4365469217300415e-01	Red D 4: 2.0598070695996284e-02
Fuji 3: 8.3542180061340332e-01	Fuji 5: 2.1555237472057343e-02
Fuji 10: 7.9954570531845093e-01	Fuji 7: 3.2215103507041931e-02
sampel: fuji_30	
Fuji 2: 9.3099755048751831e-01	Red D 2: 9.3774683773517609e-03
Fuji 9: 6.9626975059509277e-01	Red D 4: 1.1899796314537525e-02
Fuji 7: 6.6856455802917480e-01	Fuji 3: 1.2511934153735638e-02
Fuji 10: 6.2659233808517456e-01	Fuji 8: 1.5608383342623711e-02
Fuji 3: 6.2065428495407104e-01	Fuji 5: 3.2088417559862137e-02

<b>Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)</b>	<b>Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)</b>
sampel: fuji_31	
Fuji 9: 9.4166266918182373e-01	Fuji 4: 4.4039855711162090e-03
Fuji 7: 9.2911297082901001e-01	Fuji 8: 9.9745905026793480e-03
Fuji 3: 9.1394674777984619e-01	Red D 4: 3.0553158372640610e-02
Fuji 10: 8.9913350343704224e-01	Red D 2: 3.4421984106302261e-02
Fuji 8: 8.5783618688583374e-01	Fuji 5: 5.7132937014102936e-02
sampel: fuji_32	
Fuji 2: 9.5029699802398682e-01	Red D 2: 3.4176330082118511e-03
Fuji 9: 8.1907147169113159e-01	Fuji 3: 4.1869166307151318e-03
Fuji 7: 7.4570661783218384e-01	Red D 4: 2.1243333816528320e-02
Fuji 3: 7.4222779273986816e-01	Fuji 5: 2.4510789662599564e-02
Fuji 10: 6.9653934240341187e-01	Fuji 4: 2.9301594942808151e-02
sampel: fuji_33	
Anna 2: 4.4701606035232544e-01	Anna 2: 2.4935204982757568e+00
Red D 8: 4.2866390943527222e-01	Anna 6: 2.5201919078826904e+00
Red D 9: 4.2439517378807068e-01	Anna 7: 2.5261120796203613e+00
Fuji 1: 4.1857013106346130e-01	Fuji 7: 2.5455415248870850e+00
Red D 4: 4.1331136226654053e-01	Anna 8: 5.3290443420410156e+00
sampel: fuji_34	
Fuji 9: 9.7200429439544678e-01	Fuji 7: 3.9612622931599617e-03
Fuji 7: 9.2533445358276367e-01	Fuji 10: 4.6840193681418896e-03
Fuji 3: 9.0921217203140259e-01	Fuji 5: 9.1630658134818077e-03
Fuji 10: 8.8800221681594849e-01	Red D 5: 1.3707699254155159e-02
Fuji 8: 8.8552039861679077e-01	Fuji 2: 1.9543290138244629e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_35	
Fuji 8: 9.8636656999588013e-01	Fuji 8: 4.9376431852579117e-03
Fuji 4: 9.5206415653228760e-01	Fuji 4: 8.9913913980126381e-03
Fuji 3: 9.4796663522720337e-01	Red D 4: 1.8241215497255325e-02
Fuji 9: 9.4063585996627808e-01	Red D 2: 2.2110043093562126e-02
Fuji 5: 9.2819261550903320e-01	Fuji 5: 4.4820994138717651e-02
sampel: fuji_36	
Fuji 9: 9.7524887323379517e-01	Fuji 4: 1.0604454204440117e-02
Fuji 7: 9.5858204364776611e-01	Fuji 8: 2.4983603507280350e-02
Fuji 3: 9.5181906223297119e-01	Fuji 3: 6.3455954194068909e-02
Fuji 8: 9.4078856706619263e-01	Red D 2: 7.0045210421085358e-02
Fuji 10: 9.3343704938888550e-01	Fuji 10: 7.9041987657546997e-02
sampel: fuji_37	
Fuji 2: 9.5779770612716675e-01	Fuji 8: 5.3482372313737869e-03
Fuji 9: 8.3164453506469727e-01	Fuji 4: 7.8112185001373291e-03
Fuji 3: 7.6432955265045166e-01	Fuji 3: 3.5264395177364349e-02
Fuji 7: 7.5787967443466187e-01	Red D 2: 4.1888382285833359e-02
Fuji 10: 7.1239912509918213e-01	Fuji 7: 5.6661032140254974e-02
sampel: fuji_38	
Fuji 9: 9.2669099569320679e-01	Red D 2: 5.8161048218607903e-03
Fuji 2: 9.0027785301208496e-01	Fuji 3: 8.2031805068254471e-03
Fuji 7: 8.6757659912109375e-01	Red D 4: 1.7233712598681450e-02
Fuji 3: 8.4269750118255615e-01	Fuji 8: 2.0942298695445061e-02
Fuji 10: 8.2872331142425537e-01	Fuji 5: 2.8527054935693741e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: fuji_39	
Fuji 3: 9.6594172716140747e-01	Fuji 8: 2.4886670871637762e-04
Fuji 7: 9.4968950748443604e-01	Fuji 7: 8.4138568490743637e-04
Fuji 8: 9.4878822565078735e-01	Fuji 3: 8.9179008500650525e-04
Fuji 9: 9.4371420145034790e-01	Red D 2: 1.2076869606971741e-03
Fuji 10: 9.2995649576187134e-01	Fuji 4: 1.8250148277729750e-03
sampel: fuji_40	
Fuji 9: 9.6309429407119751e-01	Fuji 10: 1.9697952084243298e-03
Fuji 7: 9.2532587051391602e-01	Fuji 7: 2.7131771203130484e-03
Fuji 3: 9.1221237182617188e-01	Red D 5: 9.2879468575119972e-03
Fuji 10: 8.8787728548049927e-01	Anna 4: 1.4762056991457939e-02
Fuji 2: 8.8490802049636841e-01	Fuji 5: 1.5816880390048027e-02



Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_11	
Anna 1: 9.6814554929733276e-01	Anna 2: 5.6972871534526348e-03
Anna 5: 9.2568218708038330e-01	Anna 1: 1.4616177417337894e-02
Red D 4: 9.1929399967193604e-01	Anna 8: 1.6719415783882141e-02
Anna 2: 9.0701520442962646e-01	Red D 6: 2.6332050561904907e-02
Red D 6: 9.0289419889450073e-01	Anna 3: 2.8417127206921577e-02
sampel: anna_12	
Anna 5: 9.7044879198074341e-01	Fuji 5: 4.1910586878657341e-03
Red D 9: 9.6923929452896118e-01	Fuji 7: 1.4850925654172897e-02
Red D 2: 9.4595992565155029e-01	Fuji 3: 1.6132814809679985e-02
Red D 10: 9.4400197267532349e-01	Fuji 10: 1.6487184911966324e-02
Red D 7: 9.3898248672485352e-01	Red D 5: 2.6852048933506012e-02
sampel: anna_13	
Anna 5: 9.6825557947158813e-01	Fuji 6: 6.3129789195954800e-03
Red D 6: 9.4100552797317505e-01	Anna 6: 1.2097035534679890e-02
Anna 7: 9.3567818403244019e-01	Fuji 9: 1.2690154835581779e-02
Anna 1: 9.2611461877822876e-01	Anna 9: 1.4887835830450058e-02
Red D 2: 9.2224770784378052e-01	Fuji 1: 1.7053356394171715e-02
sampel: anna_14	
Anna 1: 9.5297724008560181e-01	Anna 2: 1.8684562295675278e-02
Anna 5: 9.3376421928405762e-01	Anna 8: 2.34916111704230309e-02
Anna 2: 9.2479497194290161e-01	Anna 1: 5.48272021111482620e-02
Red D 9: 9.0193170309066772e-01	Fuji 6: 5.9030175209045410e-02
Red D 4: 8.9605015516281128e-01	Anna 6: 6.1443276703357697e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_15	
Anna 6: 9.7429072856903076e-01	Red D 2: 9.3624666333198547e-03
Anna 9: 9.7157663106918335e-01	Fuji 4: 2.3547193035483360e-02
Anna 4: 9.4442504644393921e-01	Fuji 3: 2.3793537169694901e-02
Red D 10: 9.4255703687667847e-01	Red D 4: 2.4031190201640129e-02
Anna 3: 9.2841857671737671e-01	Fuji 8: 3.9315588772296906e-02
sampel: anna_16	
Anna 7: 9.7365629673004150e-01	Fuji 3: 3.8926179986447096e-03
Anna 5: 9.7018170356750488e-01	Red D 2: 1.7985260114073753e-02
Anna 8: 9.6122223138809204e-01	Fuji 5: 2.7837207540869713e-02
Anna 10: 9.2515069246292114e-01	Fuji 7: 2.9584459960460663e-02
Red D 2: 9.0988546609878540e-01	Fuji 8: 3.7343557924032211e-02
sampel: anna_17	
Anna 8: 9.8029494285583496e-01	Anna 1: 4.5858407393097878e-03
Anna 10: 9.5653563737869263e-01	Anna 3: 5.1605231128633022e-03
Anna 9: 9.5390331745147705e-01	Red D 9: 6.0758306644856930e-03
Anna 7: 9.4606178998947144e-01	Red D 6: 9.6944505348801613e-03
Red D 10: 9.3945759534835815e-01	Fuji 6: 1.4181702397763729e-02
sampel: anna_18	
Anna 4: 9.2421615123748779e-01	Anna 7: 7.7647608704864979e-03
Anna 6: 9.1763705015182495e-01	Anna 6: 1.0885278694331646e-02
Anna 9: 9.1487765312194824e-01	Anna 4: 1.0899195447564125e-02
Red D 10: 8.8638812303543091e-01	Fuji 9: 1.8871610984206200e-02
Anna 3: 8.8588237762451172e-01	Fuji 7: 1.9929205998778343e-02

<b>Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)</b>	<b>Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)</b>
sampel: anna_19	
Anna 9: 9.8305243253707886e-01	Fuji 4: 3.8788323290646076e-03
Red D 10: 9.8197436332702637e-01	Fuji 8: 2.5859415531158447e-02
Red D 7: 9.6624243259429932e-01	Red D 2: 2.9692599549889565e-02
Anna 6: 9.6399879455566406e-01	Red D 4: 3.5285707563161850e-02
Anna 4: 9.5285731554031372e-01	Fuji 5: 5.4995339363813400e-02
sampel: anna_20	
Anna 1: 9.7092425823211670e-01	Red D 3: 1.9469950348138809e-03
Red D 9: 9.5585685968399048e-01	Anna 1: 6.5192552283406258e-03
Anna 5: 9.5433819293975830e-01	Anna 3: 1.0063192807137966e-02
Red D 6: 9.3685156106948853e-01	Red D 9: 1.1127512902021408e-02
Red D 4: 9.3259841203689575e-01	Red D 6: 1.2921994552016258e-02
sampel: anna_21	
Anna 5: 9.8404026031494141e-01	Anna 2: 2.9887692071497440e-03
Anna 1: 9.4292408227920532e-01	Anna 1: 8.9986091479659081e-03
Red D 9: 9.3420040607452393e-01	Red D 3: 9.6120350062847137e-03
Anna 8: 9.2442888021469116e-01	Anna 8: 1.1744747869670391e-02
Anna 7: 9.1999590396881104e-01	Anna 3: 1.5500128269195557e-02
sampel: anna_22	
Anna 10: 9.8012220859527588e-01	Anna 7: 3.2333019189536572e-03
Anna 8: 9.6616035699844360e-01	Red D 1: 4.7279484570026398e-03
Anna 7: 9.6269559860229492e-01	Anna 6: 7.9567814245820045e-03
Anna 9: 9.5715755224227905e-01	Anna 5: 1.2001077644526958e-02
Red D 10: 9.5568758249282837e-01	Anna 9: 1.6901895403862000e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_23	
Anna 9: 9.6773225069046021e-01	Fuji 6: 5.4233339615166187e-03
Anna 6: 9.6519637107849121e-01	Fuji 9: 6.1514363624155521e-03
Anna 10: 9.5795136690139771e-01	Fuji 1: 7.7263168059289455e-03
Red D 10: 9.4849556684494019e-01	Red D 7: 7.9921251162886620e-03
Anna 4: 9.3858438730239868e-01	Red D 10: 9.4611663371324539e-03
sampel: anna_24	
Anna 10: 9.5492982864379883e-01	Anna 7: 5.2308253943920135e-03
Anna 8: 9.3365627527236938e-01	Anna 10: 6.6489917226135731e-03
Anna 9: 9.2114686965942383e-01	Anna 6: 1.1150799691677094e-02
Anna 7: 9.1075313091278076e-01	Fuji 2: 1.8535822629928589e-02
Red D 10: 9.0623354911804199e-01	Red D 7: 2.1612178534269333e-02
sampel: anna_25	
Anna 9: 9.7795206308364868e-01	Anna 1: 4.9132332205772400e-03
Anna 4: 9.7115844488143921e-01	Anna 3: 6.6632982343435287e-03
Red D 10: 9.6197015047073364e-01	Red D 9: 7.5786057859659195e-03
Anna 7: 9.5900899171829224e-01	Red D 3: 1.0170737281441689e-02
Anna 6: 9.5352435111999512e-01	Fuji 6: 1.5684477984905243e-02
sampel: anna_26	
Anna 7: 9.9310076236724854e-01	Anna 2: 8.2767074927687645e-03
Anna 8: 9.7460091114044189e-01	Anna 1: 1.0259047150611877e-02
Anna 10: 9.4661015272140503e-01	Anna 8: 2.1076545119285583e-02
Anna 5: 9.3800705671310425e-01	Red D 6: 2.2133307531476021e-02
Anna 9: 9.3768888711929321e-01	Fuji 6: 2.6410991325974464e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_27	
Anna 4: 9.7476422786712646e-01	Anna 6: 4.3174126185476780e-03
Anna 6: 9.5662838220596313e-01	Fuji 1: 4.4344500638544559e-03
Anna 9: 9.5342773199081421e-01	Anna 9: 6.2665492296218872e-03
Anna 3: 9.3894881010055542e-01	Red D 1: 7.0230462588369846e-03
Red D 10: 9.2857855558395386e-01	Anna 5: 1.5481715090572834e-02
sampel: anna_28	
Anna 10: 9.9136215448379517e-01	Fuji 7: 3.1179611105471849e-03
Anna 6: 9.7484481334686279e-01	Fuji 10: 6.6334637813270092e-03
Red D 10: 9.6297824382781982e-01	Red D 5: 2.0959813147783279e-02
Anna 9: 9.6238291263580322e-01	Anna 7: 2.6613019406795502e-02
Anna 4: 9.2957228422164917e-01	Anna 6: 2.9733538627624512e-02
sampel: anna_29	
Anna 7: 9.7600513696670532e-01	Fuji 2: 4.4291364029049873e-03
Anna 9: 9.7282028198242188e-01	Anna 4: 5.9903669171035290e-03
Anna 8: 9.6651268005371094e-01	Anna 7: 1.1269714683294296e-02
Red D 10: 9.5929598808288574e-01	Red D 5: 1.1760338209569454e-02
Anna 4: 9.5460206270217896e-01	Red D 1: 1.2568002566695213e-02
sampel: anna_30	
Anna 7: 9.8503774404525757e-01	Anna 2: 6.1429818160831928e-03
Anna 8: 9.7448945045471191e-01	Anna 8: 2.4066628888249397e-02
Anna 9: 9.5855116844177246e-01	Anna 1: 2.4793382734060287e-02
Red D 10: 9.5108449459075928e-01	Fuji 6: 2.8996353968977928e-02
Anna 10: 9.4922506809234619e-01	Fuji 1: 3.2836411148309708e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_31	
Anna 10: 9.8702377080917358e-01	Fuji 3: 7.6651657000184059e-03
Red D 10: 9.4568860530853271e-01	Red D 2: 1.8864223733544350e-02
Anna 8: 9.3252062797546387e-01	Fuji 5: 1.9382832571864128e-02
Anna 6: 9.2878460884094238e-01	Fuji 7: 2.6187423616647720e-02
Anna 9: 9.2160993814468384e-01	Anna 4: 4.3291974812746048e-02
sampel: anna_32	
Anna 1: 9.6519410610198975e-01	Fuji 2: 5.7620382867753506e-03
Anna 2: 9.3364506959915161e-01	Anna 4: 7.3232688009738922e-03
Anna 5: 9.0203702449798584e-01	Anna 7: 9.8324613645672798e-03
Red D 9: 8.9244586229324341e-01	Anna 10: 1.0501956567168236e-02
Red D 4: 8.8960850238800049e-01	Anna 5: 1.2570870108902454e-02
sampel: anna_33	
Anna 7: 9.7695118188858032e-01	Anna 8: 7.3695383034646511e-03
Anna 8: 9.7582554817199707e-01	Anna 2: 1.6080884262919426e-02
Anna 10: 9.3487542867660522e-01	Anna 1: 3.8705129176378250e-02
Anna 5: 9.2137247323989868e-01	Fuji 6: 4.6680092811584473e-02
Anna 9: 9.0977275371551514e-01	Anna 3: 5.2506081759929657e-02
sampel: anna_34	
Anna 1: 9.4644516706466675e-01	Anna 7: 4.2284857481718063e-03
Anna 2: 9.2710137367248535e-01	Anna 6: 4.8071318306028843e-03
Red D 9: 8.9629888534545898e-01	Fuji 9: 1.0584991425275803e-02
Anna 5: 8.8656347990036011e-01	Anna 5: 1.3409415259957314e-02
Red D 4: 8.7742394208908081e-01	Fuji 1: 1.7420783638954163e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_35	
Anna 1: 9.6524780988693237e-01	Anna 6: 4.1297581046819687e-03
Anna 5: 9.5072835683822632e-01	Anna 7: 7.0140450261533260e-03
Anna 2: 9.3028753995895386e-01	Fuji 2: 1.8382437527179718e-02
Red D 9: 9.1159635782241821e-01	Anna 10: 1.9203171133995056e-02
Red D 4: 8.9776259660720825e-01	Red D 7: 2.4787845090031624e-02
sampel: anna_36	
Anna 1: 9.7076427936553955e-01	Fuji 1: 8.5014784708619118e-03
Red D 9: 9.5334744453430176e-01	Anna 9: 1.0227398946881294e-02
Red D 4: 9.5174950361251831e-01	Anna 6: 1.1882401071488857e-02
Red D 6: 9.4107109308242798e-01	Fuji 6: 1.2560087256133556e-02
Red D 2: 9.4067388772964478e-01	Red D 1: 1.6389576718211174e-02
sampel: anna_37	
Anna 9: 9.8307204246520996e-01	Anna 4: 6.3505200669169426e-03
Anna 4: 9.7042995691299438e-01	Fuji 2: 6.7120003513991833e-03
Anna 10: 9.5567113161087036e-01	Red D 5: 9.1735012829303741e-03
Anna 8: 9.5520812273025513e-01	Fuji 10: 9.4884550198912621e-03
Anna 6: 9.5361113548278809e-01	Anna 7: 1.6569253057241440e-02
sampel: anna_38	
Anna 6: 9.4331580400466919e-01	Fuji 6: 1.1603521183133125e-02
Anna 4: 9.2061418294906616e-01	Anna 9: 1.1721290647983551e-02
Anna 9: 9.1892850399017334e-01	Fuji 1: 1.4945038594305515e-02
Anna 3: 9.1725814342498779e-01	Anna 6: 1.7843015491962433e-02
Red D 10: 8.8045060634613037e-01	Anna 7: 2.0963532850146294e-02

Perbandingan Histogram Warna Hue (Persamaan 3.4)	Kesesuaian Kontur (Persamaan 3.2)
sampel: anna_39	
Anna 1: 9.7175657749176025e-01	Fuji 2: 5.3874808363616467e-03
Red D 9: 9.5513862371444702e-01	Anna 4: 6.9487113505601883e-03
Red D 4: 9.5164644718170166e-01	Anna 7: 9.5117287710309029e-03
Anna 2: 9.4103318452835083e-01	Anna 10: 1.0181223042309284e-02
Red D 6: 9.1515362262725830e-01	Anna 5: 1.2250137515366077e-02
sampel: anna_40	
Red D 10: 9.6342295408248901e-01	Anna 1: 4.8407800495624542e-03
Anna 9: 9.6172660589218140e-01	Red D 6: 1.0004743002355099e-02
Red D 7: 9.4727796316146851e-01	Anna 2: 1.0956521145999432e-02
Anna 6: 9.3503266572952271e-01	Anna 3: 1.2089819647371769e-02
Red D 2: 9.2570918798446655e-01	Red D 7: 2.2361792623996735e-02
sampel: anna_41	
Anna 6: 9.7109782695770264e-01	Red D 6: 2.7348806615918875e-03
Anna 4: 9.6919286251068115e-01	Red D 9: 4.5293616130948067e-03
Anna 9: 9.6855300664901733e-01	Anna 3: 5.5936817079782486e-03
Anna 3: 9.6104866266250610e-01	Fuji 6: 6.2616635113954544e-03
Red D 10: 9.4018888473510742e-01	Red D 10: 1.0449592955410480e-02



## BIODATA PENULIS



**Syakir Almas Amrullah (Teknik Fisika 2012)**, lahir di Tegal, 17 September 1994. Lulus dari MAN Insan Cendekia Serpong Tangerang Selatan pada tahun 2012. Dilanjutkan dengan pendidikan strata 1 di Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama di ITS penulis lebih banyak beraktifitas di kegiatan kemahasiswaan atau minat bakat. Sedangkan yang berkaitan dengan bidang keilmuan rekayasa fotonika, penulis sempat menjadi anggota Optical Society of America (OSA) Student Chapter ITS pada tahun 2014 dan pendamping Praktikum Sistem Fotonika semester gasal 2016. Penulis dapat dihubungi lewat [sya.amrullah@gmail.com](mailto:sya.amrullah@gmail.com).